الجمهوريـــة الجزائريـــة الديمقراطيـــة الشعبيـــة

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجزائر

كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير

مذكـــرة مقدمـــة ضمن متطلبات نيل شهـــادة الماجستيـــر في العلـــوم الاقتصادية

" فرع الاقتصاد الكمـــي"

الموضـــوع:

النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة (1988:10 – 2007:03)

إعداد الطالب:

بن أحمد أحمد

إشراف الأستاذ:

أ. د/ غريس عبد النور

لجنة المناقشة:

د/ خليد علي.....................................رئيساً

د/ غريس عبد النور.............................مقررًا

د/ هاشم جمال...................................عضوًا

د/ بلغيث بشير...................................عضوًا

د/ آيت سيدهم جمال.............................عضوًا

السنة الجامعية: 2008/2007

بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى :

الوالدين الكريمين أطال الله في عمرهما

كل أفراد العائلة و أخص بالذكر أختي الصغيرة" مروة"

إلى كل أساتذتي من المرحلة الابتدائية إلى المرحلة الحالية

وخاصة أساتذة المعهد الوطني للتخطيط والإحصاء وجامعة الخروبة

وإلى كافة الأصدقاء بدون إستثناء

وزملاء الدراسة في قسم الدراسات العليا

أحمـــد

شكر وتقدير

نحمد الله ونشكره على جزيل فضله ونعمه قبل كل شيء

هو الذي قدرنا على إتمام هذا العمل المتواضع،

كما لا يسعني في هذا المقام إلا أن أتقدم بالشكر الجزيل إلى

الأستاذ المحترم الدكتور: **غريس عبد النور** الذي شرفني بقبوله المتابعة

والإشراف على هذه المذكرة، والذي لمست عنده كل العناية والاهتمام،

إذ لم يبخل عني طيلة المدة بنصائحه القيمة وتوجيهاته النيرة

شكري الجزيل إلى أعضاء لجنة المناقشة الذين وافقوا

على تقييم وتقويم هذا العمل

شكري إلى كل من حفزني على العمل ولو بابتسامة أو كلمة تشجيع

كما أتقدم إلى كل من ساهم من قريب أو من بعيد

في إنجاز هذا العمل.

أحمـــد

الفهرس

الفهـرس

الفصل الثالث: النماذج غير الخطية ونماذج ARCH

الفصل الرابع: النمذجة القياسية للإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر

قائمة الجداول

والأشكال والملاحق

قائمة الجداول:

قائمة الأشكال:

الرقم	عنـــــوان الشكـــــل	الصفحة

قائمة الملاحق:

❖الجـــداول:

الرقم	عنـــــوان الجـــــــدول	الصفحة
(1-1)	المعطيات الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر من 1988 إلى 2007	189
(1-2)	إختبار ديكي فولر البسيط للنموذج الثاني للسلسلة CNE_t	192
(2-2)	إختبار ديكي فولر البسيط للنموذج الأول للسلسلة CNE_t	192
(3-2)	نتائج تقدير النموذج الرابع لإختبار ***ADF*** للسلسلة ***CNE***	193
(1-3)	إختبار فيليبس بيرون للنموذج الأول للسلسلة $DCNE_t$	194
(2-3)	إختبار فيليبس بيرون للنموذج الثاني للسلسلة $DCNE_t$	194
(3-3)	إختبار فيليبس بيرون للنموذج الثالث للسلسلة $DCNE_t$	195
(4-3)	تقدير النموذج الخامس لإختبار ***ADF*** للسلسلة $DCNE_t$	195
(5-3)	تقدير النموذج الرابع لإختبار ***ADF*** للسلسلة $DCNE_t$	196
(6-3)	نتائج إختبار ***KPSS*** للنموذج الثالث للسلسلة $DCNE_t$	197
(7-3)	نتائج إختبار ***KPSS*** للنموذج الثاني للسلسلة $DCNE_t$	197
(2-4)	نتائج تقدير ***AR(4)***	199
(3-4)	نتائج تقدير ***AR(9)***	199
(4-4)	نتائج تقدير ***AR(12)***	200
(5-4)	نتائج تقدير ***ARMA(12,12)***	201
(6-4)	نتائج تقدير ***AR(12), MA(12)***	201
(7-4)	نتائج تقدير ***MA(5)***	202
(1-5)	نتائج إختبار ***KPSS*** للنموذج الثالث للسلسلة $DCNESA_t$	205
(2-5)	نتائج إختبار ***KPSS*** للنموذج الثاني للسلسلة $DCNESA_t$	205
(2-6)	نتائج تقدير ***AR(1)***	209
(3-6)	نتائج تقدير ***AR(11)***	210
(4-6)	نتائج تقدير ***ARMA(11,6)***	211
(5-6)	نتائج تقدير ***ARMA(11,12)***	212
(6-6)	نتائج تقدير ***ARMA(12,12)***	213
(7-6)	نتائج تقدير ***ARMA(10,12)***	214
(1-7)	نتائج تقدير النموذج ***ARMA(12,12)*** مع أخطاء ***ARCH***	216

❖ الأشكـــال:

المقدمة العامة

نظرًا لما تحتويه الجزائر من طاقة ذات أهمية إقتصادية و إجتماعية، عملت الدولة على تطـــوير المجـــال الطـــاقوي بوجه خاص لأنهُ المصدر الأول لجلب العملة الصعبة، إذ يمكن إعتبار الطاقة بصفة عامة عصب الحركة الاقتـــصادية خاصة منها الكهرباء و الغاز، اللذان يمثلان أكبر نِسبة في إدارة عجلة الحياة الإقتصادية و يتجلى ذلك في إستعمالهما و طلبهما من طرف المؤسسات الكبرى و المتوسطة و من طرف العائلات، إذْ تأخذ هذه الأخيرة حصة الأسَـــد في الإستهلاك، و منه إقتضى الأمر إنشاء مؤسسات عمُومية كبرى كسُونا طراك و سُونلغاز اللتان تعملان على إنتـــاج و توزيع و تطوير الطاقة، إذ يعرِفُ الإستهلاك في هذا المجال تزايد مستمر وذلك من خلال الطلب على الكهربـــاء و الغاز عبر الزمن.

يحتاج الإنسان إلى الطاقـــة بأشكالها المختلفـــة في حياتـــهِ اليوميـــة إحتياجًا شديدًا، فهـــو يـــستخدمـــها في مختلـــف المجالات، غير أن الكهرباء هي أعظم صُور الطاقة فائدة، حيث يمكن توصيلها بسرعة من مكان إلى آخر، كما يمكن توليدها بسهولة من الصُور الأخرى للطاقة (طاقة المحروقات، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة المياه و الطاقة النووية...).

وقد إزدادت الحاجة إلى الطاقة في السنوات الأخيـــرة بشكل متزايد، يرجع هذا السبب إلى الزيادة السكّانية المستمرة، لكنه يرجع بصُورة أكبر إلى زيادة الأخذ بأساليب التكنولوجيا الحديثة في كل مكان، فمُسايرة التطور التكنولوجي الحديث أوجب الإِعتماد بشكل كبير على الآلة في جميع المجالات، مما رفـــع حاجاتنا للطاقة لتسّيير هذه الأخيرة.

تعتبر الكهرباء سلعة حيوية لا غنى عنها، فهي تمثل مدخلة (*Input*) في إنتاج أغلب السلع والخدمات كم أنها سلعة نهائية هامة بالنسبة للعائلات، ولا يمكن تصور تحسين الضروف المعيشية للسكان وكذا التطور الإقتصادي والصناعي إلاَّ بالكهرباء، ومن شبه المستحيل تصور العيش دونه حتى أصبحت تلبية حاجيات الأفراد من الخدمات العمومية والكهرباء بصفة خاصة جزءًا من ممارسة الحقوق الأساسية للإنسان.

من خلال هذه التساؤلات تأتي الأهمية التي يكتسبها هذا الموضوع و أيضا الفائدة من دراستنا، وتعود أسباب إختيارهذا الموضوع إلى ما يلي:

- ✓ الطاقة عنصر هام وأحد الركائز الأساسية للتنمية.
- ✓ نقص الدراسات في الجزائر في هذا المجال (النمذجة الغير خطية).
- ✓ معرفة قدرات الجزائر في قطاع الطاقة الكهربائية، و إثراء المكتبة الجزائرية بهذا الموضوع.

ونجد في مقدمة هذه الدراسات التحليل الإقتصادي الكمي، الذي يزودنا بالطرق والأدوات الإحصائية والرياضية التي تساعدنا على النمذجة القياسية لمختلف الظواهر الإقتصادية على شكل معادلات إنحـــدار أو نمـــاذج خطيـــة للسلاسل الزمنية *ARMA*، إلا أن نتائج هذه النماذج فيما بعد أظهرت عدة نقاط ضعف، تنطلق من فرضية إعتبار أخطاء هذه النماذج (الإضطرابات) لها محتوى معلوماتي مهمل في مشاركته في تحديد القيم المستقبلية، ومـــن ثم فإن

الصيغ الخطية لهذه النماذج لا تستطيع أن تترجم الصفة الحركية للظواهر المراد نمذجتها، وخاصة الظـــواهر الماليـــة والنقدية، وهذا ما أدى الباحثين القياسيين إلى إعادة النظـــر في الفرضيات التي تقوم عليهـــا النمـــاذج الـــسَابقة، والبحث عن طرق أكثر نجاعة في هذا المجال، فاستحدثت بذلك تقنيات النمذجة غير الخطية، مثل نماذج مزدوجـــة الخطية (*Bilinéaires*)، نماذج الإنحدار الذاتي الأسية وذات الحدود(*AR à seuils*)، نماذج المتوسطات المتحركـــة غير المتناظرة (*MA- Asymétrique*)، ونماذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تباينات الأخطاء *ARCH*.

مما تقدم يمكننا صياغة الإشكالية، من خلال طرح السؤال الجوهري التالـــي:

ما هي التقنية المتبعة لنمذجة الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر؟

ومن خلال هذه الإشكالية، يمكننا طرح عدة تساؤلات وهي كالتالي:

- ✓ ما مدى فاعلية نماذج *ARCH* في نمذجة الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر؟
- ✓ ماهي خصائص مختلف النماذج القياسية الخطية وغير الخطية؟
- ✓ هل يمكن التنبؤ لإستهلاك الطاقة الكهربائية بإستخدام نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس تباينات الأخطاء *ARCH*؟
- ✓ ما هي التقنية المعتمدة للنمذجة غير الخطية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر؟
- ✓ ما هي مقدرة النموذج المصاغ على التنبؤ ؟
- ✓ ما هو النموذج الأمثل الذي يفسِّر ظاهرة الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر؟
- ✓ ماهي آفاق إستهلاك الكهرباء في الجزائر؟

❖ **فرضيات الدراسة:**

لتسهيل الإجابة على التساؤلات المطروحة، إرتأينا وضع الفرضيات التالية:

- ✓ يمكننا التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر باستعمال نماذج *ARCH*.
- ✓ نتائج النمذجة غير الخطية بتقنية الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تباينات الأخطاء*ARCH* ، أفضل من نتائج النمذجة الخطية للسلاسل الزمنية.
- ✓ تأثير فعلي لعامل الفصلية على إستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر.

❖ **أهداف الدراسة وأهميتها:**

من خلال دراستنا لموضوع النمذجة القياسية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر، التي نرمي بها إلى جملة من الأهداف من أهمها:

- إبراز قدرات الجزائر في مجال الطاقة الكهربائية.
- التحكم أكثر في التقنيات الكمية وربطها بالتحليل الإقتصادي.
- محاولة إقتراح نموذج قياسي أخطاء تتبع نموذج *ARCH*، يمثل تطور إستهلاك الكهرباء في الجزائر.
- التعرف على نماذج السلاسل الزمنية الخطية، وأهم النماذج غير الخطية الحديثة.

❖ **مبررات اختيار الموضوع:**

إن من أهم الأسباب التي أدت بنا لتناول هذا الموضوع، هو رغبة البحث في مجال الطاقة الكهربائية، للتعرف أكثر على قدرات الجزائر في هذا المجال، وأيضاً مسايرة التطور الذي عرفته النمذجة الغير خطية للسلاسل الزمنية.

❖ **المنهج المتبع:**

سوف نتبع في دراسة هذا الموضوع، المنهج الوصفي التحليلي عند تعرضنا إلى الجانب النظري من هـــذا البحـــث، وإستخدام الأساليب الإحصائية على معطيات الدراسة الميدانية، كما تجدر الإشارة أيضاً إلى أن الأدوات المستخدمة في هذه الدراسة تمثلت في ما يلي:

- إعتماد المراجع والمصادر المختلفة المتعلقة بموضوع البحث.
- إعتماد المعطيات والمعلومات الإحصائية والبيانية.
- إستخدام أسلوب التحليل والتعليق على مختلف الأشكال والجداول.

❖ **حدود الدراسة :**

إن دراســـة أي موضوع يتطلب تحديد و تبرير مجال و حدود الدراســـة، وهو مدى زمنـــي و مكانـــي، ونحن في مذكرتنا إذ نحدد المدى المكانـــي وهو حالـــة معطيات الجزائر، ومدى زمنـــي وهو الفتـــرة الممتـــدة من أكتوبر 1988 إلى مارس 2007.

من خلال عنوان هذا البحث، نجد أن الدراسة كانت من جانبين: الأول تحليل إقتصادي وذلك من خلال الجوانب النظرية لإستهلاك الكهرباء في الجزائر، وأيضاً الجانب القياسي النظري للسلاسل الزمنية والنماذج غير الخطية ونماذج *ARCH* ، أما الثاني قياسي من خلال الدراسة التطبيقية من هذا البحث، الذي نحاول فيه نمذجة هذه الظاهرة من خلال إستعمالنا للتقنيات الكمية التي توفرها لنا نظرية الإقتصاد القياسي، والتنبؤ بمستقبلها.

❖ **أقسام الدراسة:**

من أجل دراسة هذا الموضوع والإجابة على الإشكالية المطروحة قمنا بتقسيم عملنا هذا إلى أربعة فصول، نوردها على التوالي:

الفصل الأول: سنتعرض فيه إلى التحليل النظري للإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر، وذلك من خلال تبيان مفهومها، مصادرها، أشكالها وعلاقتها بالإقتصاد، ثم نعرج إلى النقطة الأساسية من هذا البحث وهي إستهلاك الكهرباء، حيث نبدأ بمفاهيم عامة حولها وتطورها في الجزائر، وأنواع وطرق توليدها، ثم نتطرق إلى الإطار النظري لبدائل دعم الكهرباء وذلك من خلال تقديم لتجارب بعض الدول في دعم الكهرباء، ثم نتناول إستهلاك الكهرباء من حيث التطور العام وعدد المشتركين وتطور الإستهلاك حسب مستويات التوتر، و نبين ترشيد الطاقة الكهربائية، وفي النقطة الأخيرة من هذا الفصل نتعرض إلى إستعمالات وتطور قطاع الكهرباء في الجزائر حيث نبدأ بتطور الإنتاج ، العرض والطلب عليها، ثم إستعمالات وتحولات قطاع الكهرباء في الجزائر، إستخدامات وتحرير هذا القطاع.

الفصل الثاني: سنتعرض فيه إلى تحليل نظري مفصَّل للسلاسل الزمنية، حث نبدأ بعرض منهجية الإقتصاد القياسي من خلال تحليل الإنحدار الخطي البسيط والمتعدد وإختبارات المعنوية والدلالة الخاصة بها، ثم ننتقل إلى دراسة تحليلية للسلاسل الزمنية بدءًا بإعطاء مفاهيم عامة وأساسية للسلاسل الزمنية والكشف عن مركباتها، وكيفية دراسة إستقراريتها، التي تعتبر ضرورية وإختبارات الكشف عنها.

وفي النقطة الأخيرة من هذا الفصل نذكر أهم أنواع النماذج الخطية والتنبؤ بإستخدام السلاسل الزمنية وإعطاء مفاهيم عامة وأساسية لطريقة بوكس وجينكيتز وأخيرًا نتطرق إلى مرحلة التنبؤ وأساليبه.

الفصل الثالث: سندرس في هذا الفصل، النماذج غير خطية - نظرا لقلة الدراسات حولها - بدءًا بنماذج مزدوجة الخطية، ثم نماذج الإنحدار الذاتي غير الخطية، بعد ذلك نستعرض نماذج الإنحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تباينات الأخطاء *ARCH*، من خلال تبيان خصائصها واختبارات الكشف عنها، لنصل في الأخير إلى تقديم أحدث النماذج المستحدثة (المتولدة) عن نماذج *ARCH*.

الفصل الرابع: نستعرض فيه إلى الجانب القياسي التطبيقي لهذه الدراسة، من خلال تحليل السلسلة الشهرية للإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر، بدراسة أولية لطبيعة هذه السلسلة، وهذا وفقاً للأدوات الموجودة في الفصلين السابقين، وفي مرحلة ثانية نقوم بعملية النمذجة للنموذج الأمثل المطبق عليه طريقتين: الأولى طريقة الفروقات لإزالة مركبة الإتجاه العام والثانية طريقة إدخال المعاملات الموسمية، وتدعيم الصيغة السابقة بنموذج إنحدار ذاتي مشروط بعدم تجانس تباينات الأخطاء، وهذا من أجل الوصول إلى نموذج يفسر إستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر، وفي مرحلة أخيرة، القيام بعملية التنبؤ التي تعتبر مرحلة أساسية في هذا البحث.

❖ **وسائل جمع المعلومات :**

سنعتمد في بحثنا هذا على مجموعة من الوسائل المستخدمة في جمع المعلومات والبيانات، وهي تلك الأكثر شيوعاً، نختصرها في:

- المسح المكتبي للوقوف على ما تم تناوله في إطار دراستنا بهدف إرساء الدعامة النظرية له.
- البحوث والدراسات السابقة التي تحدد لنا مجالات التركيز الجديدة في هذا الموضوع دون إغفال النقد والاستزادة كلما كان ذلك ممكنا.
- البيانات الممنوحة من طرف المصادر الرسمية لمعالجتها وعرضها بشكل يمكّننا من الوصول إلى إستنتاجات لها علاقة مباشرة بالموضوع.
- البحث عبر شبكة الانترنت لجعل بحثنا لا يهمِل المستجدات التي ترتبط مباشرة بموضوعه.

❖ **الإضافة الجديدة :**

إن أهم عنصر تميَّزت به هذه الدراسة، هو إستعمال النمذجة الغير خطية للسلاسل الزمنية، ومسايرة تطورها، التي بينا من خلالها الفرق بين النمذجة الخطية والغير خطية، حيث نجد أن مُعظم الدراسات السابقة تتناول هذا الموضُوع بجانبه النظري التحليلي أو تبحث في تفسير الظاهرة بواسطة النمذجة الخطية للسلاسل الزمنية ***ARMA***، تحت فرضية تجانس التباين.

❖ **مرجعية الدراسة :**

نظرًا لإمكانية رؤية هذه الدراسة بمنظورين، إقتصادي وقياسي، يتسنى لنا تصنيف المراجع المستخدمة في إنجازها إلى قسمين، الأول يبحث في التحليلات النظرية للضاهرة، والثاني يبحث في الأدوات، النماذج والطُرق الإحصائية للتوقع بالظواهر من خلال نظريات الإقتصاد القياسي والإحصاء الوصفي والتطبيقي.

❖ **صعوبات البحث:**

عند دراستنا هذه، لموضوع إستهلاك الكهرباء في الجزائر، إعترضتنا عدة صعوبات التي أخذت منّا بعض الوقت في إنجاز هذه المذكرة، وفي هذا الإطار نذكــر مايلـــي:

- ندرة البحوث والمراجع، خاصَّة في الجانب النظري للطاقة الكهربائية (الفصل الأول من هذا البحث) وأيضاً في مجال النمذجة غير الخطية ونماذج ***ARCH*** (نقص الدراسات في هذا الموضوع).
- إختلاف بعض مصادر المعطيات.

الفصل الأول

الطاقة الكهربائية في الجزائر

تمهيـــــد:

تعد الجزائر من بين الدول النامية التي تسعى جاهدة إلى التطور والتقدم وتنمية إقتصادها، ونظرًا لإعتمادها بصفة مُباشرة على المحروقات، حيث تمثل هذه الأخيرة حوالي 97 % من عائدات الصادرات كدخل وطني، كان من الأجدر إنشاء مؤسّسات مختصة في مجال الطاقة، من بين هذه المؤسسات نجد مؤسسة سُونلغاز التي وجدت بهدف تطوير الأبحاث في قطاع الكهرباء والغاز، وكذا إستثمار مصادر الطاقة التي تملكها الدولة.

تعتبر الطاقة من أهم العناصر المحركة للإقتصاد، وبالتالي فهي تكتسي أهمية كبيرة لدى جميع الدول، ومن بين مصادرها نجد الكهرباء، الذي يعتبر سلعة حيوية لا غنى عنها ولا يمكن تصور تحسين الظروف المعيشية للسُكان وكذا التطور الإقتصادي والصناعي إلاّ بالكهرباء، لذا فهو يحظى بإهتمام كبير في الإقتصاديات الدولية وأصبح كمعِيار إقتصادي يفسِّر تقدم أو تخلف دولة ما، مما جعل إستهلاكها أو الطلب عليها في تزايد مستمر سواءًا من طرف الأفراد أو المؤسسات الإقتصادية في الجزائر.

لذا سنعرض في هذا الفصل، إلى بعض المفاهيم العامة والأساسية حول الطاقة، أشكالها ومصادرها، ثم نتطرق إلى إستهلاك وترشيد الطاقة الكهربائية، بتوضيح سيرورة الإستهلاك الوطني في عدة مراحل، وكخُطوة أخيرة سوف نبين إستعمالات وتطور قطاع الكهرباء في الجزائر.

لتكون منهجية هذا الفصل كالتالي:

- **المبحث الأول: الطاقة ومصادرها**
- **المبحث الثاني: إستهلاك وترشيد الطاقة الكهربائية في الجزائر**
- **المبحث الثالث: إستعمالات وتطور قطاع الكهرباء في الجزائر**

المبحث الأول: الطاقة ومصادرها

المطلب الأول: مفاهيم عامة حول الطاقة

تنبثق الحضارة العالمية الحديثة من تطور العلوم في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، على إنتاج الطاقة وإستخدام مصادرها، ولقد أصبح معدل إستهلاك الطاقة من المؤشرات الهامة والدَّالة على مدى التقدم والتطور لأي بلد حتى أنه أتخذ كأحد المعايير الأساسية للتمييز بين البلد المتقدم والتخلف الإقتصادي، كما يعتبر مقياس لتحديد إمكانيات البلاد في سبيل التنمية والتطور وأساسًا لتقييم الدولة وتحديد مركزها في المجتمع الدولي وهذا المركز المبني على إعتبارات أساسها متابعة إقتصاد البلاد كما يدل إرتفاع معدل إستهلاك الفرد من الطاقة الميكانيكية سنويًا على إرتفاع مستوى المعيشة ولا يتحقق إلاّ في البلدان المتقدمة إقتصاديًا.

1- تعريف الطاقة[1]:

الطاقة هي قدرة المادة على إعطاء قوى قادرة على إنجاز عمل معين، وهي مقدرة نظام ما على إنتاج فاعلية أو نشاط خارجي، و توجد على عدة أشكال منها : طاقة الشمس، طاقة الرياح، وطاقة جريان الماء و مساقطها. ويمكن أن تكون الطاقة مخزونة في مادة كالوقود التقليدي (النفط، الفحم، الغاز).

2- وحدات الطاقة:

- النظام العالمي: الجول *le joule J*
- 1جول = 1 نيوتن x 1 متر

= 1فولط 1x أمبير1x ثانية = 1 فولط x 6,2 x 10*18إلكترون

- عامل الكهرباء : 1 كيلوواط ساعي *kilowatt.Heure KWH*

$kW.h$ = 3600 000 J = 3,6 10^6J (MJ)1

3- إهتـــلاك الطاقـــة[2]:

الطاقة كمية محدودة مجموعها في الكون ثابت، و هي لا تفنى ولا تستحدث، ولكنها تتحول من شكل إلى آخر مثل تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية أو ميكانيكية، أو تحويل الطاقة الكيميائية إلى حرارة، إذا كانت كمية الطاقة الناتجة من عملية التحوُّل (الطاقة الكهربائية مثلاً) هي أقل من كمية الطاقة المستخدمة (كالوقود مثلاً) فهذا يعني أن بعض الطاقـــة قـــد تم فقده إذ تحول إلى شكل آخر (كالحرارة المهدورة).

إذا كانت كمية الطاقة ثابتة دائماً كما ذكرنا سابقاً، **فكيف تستهلاك دون أن تفنـــى؟**

الجواب عن ذلك، هو أننا لا نستهلك الطاقـــة وإنما نحولها من شكل إلى آخر، نحن نستهلك الوقود الموجود في الطبيعة ونقوم بحرقه في آلات الاحتراق الداخلي، ويتم تحويل طاقته الكيميائية إلى حرارة ومن ثم إلى طاقة حركية لتحريك المحركات، نستفيد من طاقة الرياح فتقوم بتحويل طاقـــة الهواء الحركية إلى طاقـــة كهربائية تقوم بتشغيل

---

[1]- أحمد إسلام، **الطاقة و مصادرها المختلفة**، مركز الأهرام للترجمة و النشر، القاهرة، 1995، ص 10.

[2]– حسين طه، **ترشيد إستهلاك الطاقة**، دار النهضة العربية، بيروت، 1980، ص29.

المصابيح التي تشّع طاقة ضوئية، أو تنتج طاقة ميكانيكية كضخ المياه أو طحن الحبوب، كما أن الغابات تنمو أيضاً بتحويل طاقة الإشعاع الشمسي إلى طاقة كيميائية تعمل على نمو خلايا النباتات.

4- مصادر الطاقة والاقتصاد[1]:

الطاقة لها مكانة خاصة في الإقتصاد العالمي، لأنها تتدخل في جميع مراحل الإستعمال الإقتصادي، لذا نستطيع القول أن هناك ترابط في المجال الإقتصادي والطاقوي، تتدخل الطاقة في الاقتصاد المهيكل الذي يتم كوسيط في عملية النمو، الاقتصاديون الكلاسيك كانت نظرتهم على أن الموارد الطبيعية هي أهم عوامل لتحديد التطور الإقتصادي.

الطاقة في الإقتصاد هي أولاً عامل أساسي للنمو (عامل الإنتاج) لذلك فإن العمل، التجهيز والموارد الأولية تساعد على إنتاج حاجات جديدة وبالتالي فإن إستعمال الطاقة يكون ضروري، وهي الإمكانية لوجود الحاجيات الطاقوية في المجال الصناعي الذي أدى إلى التطور.

5- الطاقة وأشكالها[2]:

إذا فكرنا جيداً يمكننا أن نكتشف أن الطاقة تتواجد على عدة أشكال، **فما هي أشكال الطاقة؟**

بطريقة علمية مبسطة يميز علماء الفيزياء ستة أشكال متنوعة للطاقة كل واحد قابل أن يتحول إلى أي شكل آخر، نستطيع أن نتحقق من كل ذلك بسهوله عندما نرى الطاقات من حولها ومن بين أشكال الطاقة نجد :

الطاقة الميكانيكية (الطاقة الآلية تضم الطاقة الحركية والطاقة الكامنة): وهي الطاقة الناتجة عن حركة الأجسام من مكان لآخر.

الطاقة الكيميائية: وهي الطاقة التي تربط بين ذرات الجزيء الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية.

الطاقة الحرارية: وتعتبر من الصور الأساسية للطاقة التي يمكن أن تتحول كل صور الطاقة إليها.

الطاقة الشمسية: وهي مصدر للطاقة لا ينضب، ولكنها تصل إلينا بشكل مبعثر وتحتاج إلى تقنية حديثة (خلايا شمسية) لتجميعها والاستفادة منها.

نبذة تاريخية عن الطاقة الشمسية :

إن الشمس تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض، ومنها توزعت وتحولت إلى مصادر الطاقة الأخرى سواء ما كان منها مخزون في طاقة الرياح والطاقة الحرارية في جوف الأرض والطاقة المولدة من مساقط المياه والطاقة الشمسية وغيرها من مصادر الطاقة كالفحم الحجري والأخشاب، وبما أن الطاقة الشمسية هي أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن القادم فإن جهود كثير من الدول تتوجه لها بمختلف صورها وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير المنتجات والبحوث الخاصة بإستغلال الطاقة الشمسية كإحدى أهم المصادر البديلة للنفط والغاز، وقد أعطى

[1]- Merouani Morad et Yamnaine Brahime**, Analyse prévisionnelle de la consomation du gaz en Algerie par la méthode de Box-Jenkins,** mem-ing état, option statistique, 2003-2004, p17.

[2] – أحمد إسلام، مرجع سبق ذكره، ص15.

النصيب الأوفر في البحوث والتطبيقات لمجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء وهو ما يعرف بإسم *Photovoltaics* وهذا المصدر من الطاقة هو أمل الدول النامية في التطور حيث أصبح توفر الطاقة الكهربائية من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البنى الأساسية فيها ولا يتطلب إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى مركزية التوليد بل تنتج الطاقة وتستخدم بنفس المنطقة أو المكان وهذا ما سوف يوفر كثيراً من تكلفة النقل والمواصلات وتعتمد هذه الطريقة بصورة أساسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية، وتوجد في الطبيعة مواد كثيرة تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية والتي تجمَّع بنظام كهربائي وهندسي محدد لتكوين ما يسمَّى باللوح الشمسي والذي يعرَّض لأشعَّة الشمس بزاوية معينة لينتج أكبر قدر من الكهرباء.

إمكانيات الطاقة الشمسية في الجزائر[1]:

تتوفر للجزائر، جرَّاء موقعها الجغرافي، أعلى الحقول والمناجم الشمسية في العالم، فمدة التشمس في كامِل التراب الوطني تقريباً تفوق 2000 ساعة في السنة ويمكنها أن تصل إلى 3900 ساعة (الهضاب العليا والصحراء)، والطاقة المتوفرة يوميًا على مساحة عرضية قدرها 1 م^2 تصل إلى 5 كيلواط في الساعة على معظم أجزاء التراب الوطني أي نحو 1700 كيلواط في الساعة / م^2 في السنة في شمال البلاد و 2263 كيلواط م^2/ في السنة في جنوب البلاد.

جدول رقم(1-1): الطاقة الشمسية الكامنة في الجزائر[2]:

المناطــــــق	المنطقة الساحلية	الهضاب العليا	الصحراء
المساحة %	4	10	86
قدرة التشمس في المتوسط (الساعة/السنة)	2650	3000	3500
الطاقة المتوفرة في المتوسط (كيلواط/ م2 /السنة)	1700	1900	2650

هل محطة توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية حل إيكولوجي وبديل طاقوي:

إن مشروع إنجاز محطة هجينة تجمع بين الشمس والغاز وهي الأولى من نوعها في العالم تسجل معلمًا هامًا في تجسيد سياسة ترويج الطاقات المتجددة واقتصاد الطاقة المبنية على تنويع المصادر وتنضيدها، وعلى الاقتصاد في أنواع الوقود الأحفوري، وتطوير نظام طاقوي مستديم تدعمه الطاقة الشمسية المتوافرة بكثرة في الجزائر.

ومحطة التوليد الجديدة للكهرباء هذه التي تقام في حاسي الرمل يتمثل تشكيلها في دورة مركبة قوامها الغاز من 130 م واط وحقل شمسي من مركزات إلتقاط الحرارة الشمسية بقوة 30 م واط تقريباً، وسيفوق نصيب الإنتاج إنطلاقا من الحقل الشمسي 5% من مجموع إنتاج الكهرباء، والذي يتولى تطوير هذا المشروع هو فرع *NEAL* (الجزائر للطاقة الجديدة) وهي شركة تساهم فيها سونلغاز وسوناطراك بمقدار 45% لكل واحدة منها وشركة *SIM* (سيم) (10% من الأسهم).

[1]- www.sonelgaz.dz, 2007.
[2]- Ibid, 2007.

إن هذا المشروع المبتدع من حيث حجمه وإختيار التكنولوجيا الهجينة الجامعة بين الغاز والشمس تبلغ طاقته الصافية المنشأة نحو 15 م واط وقد تطلب إستثمارًا بمبلغ 315,8 مليون يورو، وقد أسند عقد:
تصميم، بناء ،إستغلال وصيانة، إلى الشركة الإسبانية *Abener* (أبينر) التي تعد بمثابة زعيم عالمي في هذا الميدان وقد حددت مدة الإنتاج ب33 شهرًا وتم توقيع المستندات التعاقدية في 16 ديسمبر2006[1].

الطاقة النووية:

وهي الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات أو النيترونات) وهي تنتج نتيجة تكسر تلك الرابطة وتؤدي إلى إنتاج طاقة حرارية كبيرة جدًا.

الجزائر تريد إنتاج الكهرباء بإستخدام الطاقة النووية: كشفت الجزائر عن نيتها في إستخدام الطاقة النووية المدنية في إنتاج الكهرباء وأفادت وكالة مهر للأنباء نقلاً عن وكالة الصحافة الفرنسية إن الصحف الجزائرية نشرت تصريحات أدلى بها على هامش مؤتمر دولي حول الطاقة في وهران (غرب): "لدينا مناجم يورانيوم وعلى المدى البعيد نعتزم إنتاج الكهرباء بإستخدام الطاقة النووية." عبر إستغلال مناجمها من اليورانيوم.

وتملك الجزائر مفاعلين نوويين تجريبيين أحدهما بقوة 3 ميغاوات أقيم بالتعاون مع الأرجنتين قرب الجزائر العاصمة والثاني قرب الجلفة (270 كلم جنوب العاصمة) بقوة 15 ميغاوات وتم تشييده بالتعاون مع الصين.

وتقوم الوكالة الدولية للطاقة الذرية بانتظام بمراقبة هذين المفاعلين، كما تعهدت الجزائر التي وقعت معاهدة منع الانتشار النووي، نهاية 2004 بتوقيع البروتوكول الإضافي لهذه المعاهدة الذي يتيح القيام بعمليات تفتيش مفاجئة للمنشآت النووية، وأكدت الجزائر أنها ستواصل الإستخدام السلمي للطاقة النووية في الأبحاث في مجالي الزراعة والطب وباقي مجالات البحث العلمي".

الطاقة الكهربائية:

حيث لا يوجد مصدر طبيعي للكهرباء، والسبب في ذلك أن جميع المواد تكون متعادلة كهربائياً، والطاقة الكهربائية لا تنشأ إ لاَّ بتحويل نوع من أنواع الطاقة إلى طاقة كهربائية.

تعتبر سونلغاز مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري تحتكر لحساب الدولة النشاطات التالية[2]:

- إنتاج، نقل وتوزيع الكهرباء.
- نقل وتوزيع الغاز.

النصوص التي تتعلق بهذه النشاطات:

- القانون رقم: 85-07 المؤرخ في: 06 أوت 1985م، المتعلق بإنتاج وتوزيع الطاقة الكهربائية، والتوزيع العمومي للغاز وتنظيم هذه المؤسسة، وهناك مجموعة من النصوص القانونية أهمها:

[1]- Ibid, 2007.

[2] – عبلة مخرمش، **تقدير نموذج للتنبؤ بالمبيعات بإستخدام السلاسل الزمنية**، مذكرة ماجستير، تخصص دراسات اقتصادية، جامعة ورقلة، 2006. ص 78.

- المرسوم التنفيذي رقم: 91-475 المؤرخ في: 1991/12/14م، والذي يقضي بتحول الطبيعة قانونية للمؤسسة الوطنية للكهرباء والغاز إلى المؤسسة العمومية ذات الطابع الصناعي والتجاري.
- المرسوم التنفيذي رقم: 95-280 المؤرخ في: 1995/12/17م، يؤكد على طبيعة سونلغاز كمؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري.

سونلغاز تخضع لقواعد القانون العام في علاقتها مع الدولة، وتعرف كتاجر في تعاملها مع الآخرين (المادة رقم:5) المحافظة على شروط الجودة والأمن بأقل الأسعار، وهذا في ضل مهمتها للخدمات العامة.

وبمقتضى الإمتياز الممنوح لها من طرف الدولة فإن سونلغاز تلتزم بـــ:

- تلبية كل طلب على الكهرباء والغاز ضمن الشبكة الموجودة بنوعية و انتظام في الخدمة وبأمان.
- ضمان القيام ببرنامج تطوير الهياكل القاعدية والغازية وخاصة برامج إيصال الكهرباء والتوزيع العمومي للغاز.
- تطبيق العدالة بين الزبائن المشتركين من خلال:
  - التسعيرة المحددة تبعًا للمراسيم التنظيمية.
  - دفتر للبنود العامة التي تحدد الشروط العامة لتوصيل وتوريد الطاقة.

وتعد سونلغاز أرفق مرفق كهربائي في المغرب العربي ومن بين أكبر المرافق الكهربائية على صعيد العالم العربي (الرابعة بعد الشركات: السعودية، المصرية الكويتية)

الطاقة الضوئية: هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تحتوي كل منها على حزم من الفوتونات.

المطلب الثاني: النظام الطاقوي وأهم نماذج الطلب على الطاقة

1- تعريف النظام الطاقوي:

إن النظام العام لنموذج الإستهلاك على الطاقة، يتحدد بتسميتين أساسيتين وهما:

الأول، الذي يظهر الميكانيزمات الغير طاقوية التي تعطي معلومات تُأخذ من الإقتصاد الكلي، كالدخل الوطني، ومستويات الإنتاج، ومستوى التشغيل، أما الثاني، فيظهر الميكانيزمات أو المتغيرات الطاقوية لنموذج الطلب على الطاقة، وهناك أيضًا شييئ آخر يعطي لنموذج الطلب على الطاقة صيغة خاصة وهو التمييز بين قطاعين أساسيين في الإقتصاد لكل منهما مميزاته الخاصة التي تجعله يختلف عن القطاع الآخر، سواءًا من ناحية الطلب أي حجم الإستهلاك أو من ناحية إستعماله للطاقة المطلوبة وهذان القطاعان هما:

- الطلب على الطاقة من طرف القطاع الصناعي.
- الطلب على الطاقة من طرف العائلات والفروع الغر صناعية.

*** القطاع الصناعي:**

بالنسبة للقطاع الصناعي، فإن الإستهلاك الطاقوي له يتحدد بعدّة متغيرات تختلف بإختلاف الفرع المدروس، إلاّ أنه يعتبر الرأسمال الإنتاجي المستعمل في القطاع من حيث المستوى والحجم، وكذلك الخاصيّات التقنية التي يتميز بها

هذا القطاع كمتغيرتين أساسيتين يعتمد عليها الباحث في دراسته لنمـــوذج الطلـــب علـــى الطاقـــة للقطاعـــات الصناعيـــة.

ونستطيع أن نضيف متغيرة أخرى لها دور هام وهي نوعية التجهيزات من حيث كون أن إستهلاكها للطاقة أكثر إقتصادي، إن هذا القطاع كبير الحجم ومتشعب الفروع ويحتاج إلى الطاقة بكميات كبيرة وأنواع مختلفة.

*** قطاع العائلات:**

أما يالنسبة لإستهلاك الطاقة من طرف قطاع العائلات، فيأتي عن طريق إستعمالها للتجهيزات المتنوعة، ويعتـــبر الدخل المتاح وأسعار الطاقة متغيرة مؤثرة على حجم إستهلاك الطاقة في هذا القطاع، إن تحليـــل إســـتهلاك هـــذا القطاع يكون متعلق بوجود ميدان متميز بالمستوى التكنولوجي للتجهيزات المتوفرة وكذلك سلوك الفرد في تصرفه لتلك التجهيزات، فالتعليل القائم على المدى الطويل يراعي تطور المستوى التقني للتجهيزات المتوفرة المتاحة لـــدى الأفراد المستهلكة بصفة أساسية.

إذن يمكننا أن نعرِّف النظام الطاقوي كما يلي:

يتكون هذا النظام من مجموع الفروع التي تستخرج، تستقطب، تحوِّل، تنقل الطاقة من أشكالها المختلفة إلى أن توزع كطاقة نهائية (*Energie Finale*) يحولها المستهلك النـــهائي إلى طاقـــة ضـــرورية (*Energie Utile*) في المحركات، الآلات، الأفران، الثلاجات، ....إلخ[1].

2- عناصر النظام الطاقوي:

إن عناصر النظام الطاقوي متعددة وهي[2]:

- ✓ المستهلكون الذين بفضلهم يجري تبديل وتحويل الطاقة النهائية إلى طاقة ضرورية من بينـــهم العـــائلات، المؤسسات الصناعية، الزراعة والخدمات.
- ✓ المؤسسات التي تنتج، تنقل وتوزع الطاقة.
- ✓ المؤسسات التي تنتج تجهيزات الإنتاج، تجهيزات النقل والتحويل النهائي.
- ✓ الدولة.

وفيما يتعلق بتدخل وتأثير الدولة على النظام الطاقوي يمكن أن نميز بين التدخل المباشر حيـــث تقـــرر وتـــسمح لمؤسسات الإنتاج بالإستثمارات الكبرى المتعلقة بالإنتاج والنقل، والتدخل الغير مباشر، حيث تحدد أنظمة الأسعار والضرائب كما توجه سلوك بقية الفاعلين في النظام الطاقوي.

فالدولة لها مسؤولية التخطيط نظرًا لتعدد الفاعِلين في النظام الطاقوي نفسه وتعدد تفاعلات هذا الأخير مع بقيـــة الإقتصاد والمجتمع[3].

---

[1] – بلغيث بشير، **مسألة التكييف الدائم بين العرض والطلب على الكهرباء**، رسالة ماجيستير، فرع التخطيط، جامعة الجزائر، 1995، ص4.

[2] – نفس المرجع، ص5.

[3]- CCE(Commission de la Communauté Européenne), **L'Energie et le développement. Quels enjeux ?quelles méthodes ? Synthèse et conclusions** , Paris, Editions Techniques et Documentation(Lavoisier), 1984.

3- السياسة التسعيرية الجديدة:

في 30 ماي 2005، إتخذتت لجنة ضبط الكهرباء والغاز قرار بتعديل أسعار الكهرباء والغاز بناء على طلب من سونلغاز، وكانت هذه الزِيادة بالنسبة للكهرباء هي: 4.9 % لحرفيي الضغط المنخفض (منهم الأسر) و 9.5 % لحرفيي الصغط المتوسط و 10.5 % لحرفيي الضغط العالي (الصناعيين بالأساس)، أما في مجال الغاز، فقد كانت الزيادة بنسبة 4.9 % لحرفيي الضغط المنخفض وبنسبة 10 % لحرفيي الضغط المتوسط والعالي، إن هذه الزيادة في التسعيرة المعدلة تبعا لفئات الزبائن تستجيب لمدى حرص المجتمع على إمتلاك موارد مالية لإنجاز الإستثمارات الهامة الضرورية لتلبية الطلب على الكهرباء والغاز حسب الشروط التي تقتضيها نوعية الخدمة، ولمواجهة إرتفاع أسعار مشترياتها من الغاز الطبيعي، فالهدف إذن هو تلطيف تكاليف الإنتاج والإستغلال للطاقة ونقلها، ولكنه أيضاً هو السعي إلى تدارك السعر الذي كان منخفضا جدا والعمل على تصحيحه لتسهيل عملية الإستثمار ولا سيَّما في تجديد التجهيزات وإنجاز هياكل أساسية جديدة مقررة في إطار مخطط تنمية الشبكات الكهربائية والغازية في الجزائرعلى أنه ليس هذا الإرتفاع في السعر هو الذي يهم حقا، لأنه أمر عاد يخضع لمتغيرات تكاليف إستغلال الكهرباء والغاز و توريدهما، بل أن الذي أهم، هو السياسة التسعيرية المقررة في القانون 02-01 المؤرخ في 05 فيفري 2002 التي هي نتيجة نص يسُن المبادئ الأساسية في مجال إنتاج ونقل الكهرباء والغاز وتوزيعهما وتسويقهما.

وكذلك القواعد المطبقة في مجال تسعيرة توريد الطاقة للحرفين، والواقع أن لجنة ضبط الكهرباء والغاز تأسست في سياق قانون فيفري، تتمثل مهمتها تحديدًا في السهر على إحترام تلك القواعد وعلى صون مصالح الموردين للطاقة وحماية حقوق المستهلكين في الحصول على خدمة ذات نوعية مقبولة[1].

فمن أجل تحديد المنهجيات والضوابط بصورة كاملة ودقيقة كي تستخدمها اللجنة المكلفة بالضبط لتحديد التسعيرة الجديدة، تم إعتماد مرسوم تنفيذي يعدل ويتمم المرسوم التنفيذي رقم 98-256 المؤرخ في أوت 1998 والمتضمن تحديد سعر البيع الداخلي للغاز الطبيعي، وذلك في مارس 2005، وهذا المرسوم الذي يرتكز على أحكام القانون المتعلق بالمحروقات والذي يتمم بدوره القانون المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز كان الغرض منه هو التأسيس لمردودية قطاع الغاز، وبصورة خاصة، لتشجيع الإستثمار مع الإحتفاظ بالتفاضلية بين أسعار الغاز المعد لإنتاج الكهرباء والتوزع العمومي للغاز من جهة، وأسعاره المطبقة على بقية المستعملين الصناعيين الآخرين من جهة أخرى[2].

1-3 ما يتوخاه المرسوم الخاص بالتسعيرة:

يحدد المرسوم المنهجيات والضوابط التي تستخدمها لجنة الضبط لتحديد[3] :

[1] – مجلة نور، تصدر عن الشركة الوطنية للكهرباء والغاز، ديسمبر 2005، ص8.

[2] – نفس المرجع، ص9.

[3] – نفس المرجع، ص9.

- الأسعار (خارج الرسوم) لبيع الكهرباء والغاز التي تطبق على الحرفيين المؤهلين والحرفيين غر المؤهلين.
- أسعار إستخدام شبكات نقل الكهرباء والغاز وتوزيعهما.
- إثابة المتعاملين المكلفين بإنتاج الكهرباء والغاز ونقلهما وتوزيعهما وتسويقهما.
- كيفيات مراجعة الأسعار والإثابات المذكورة.

4- السياسة الطاقوية:

إن التقلبات الكبيرة التي حدثت في كل من أوربا الشرقية والشرق الأوسط، والتوجه إلى إقامة السوق المغاربية الموحدة، بالإضافة إلى إحتمال الإندماج المغاربي، كل هذا أدى إلى خلق وضع يتميز بالإعتماد على التبادل فيما يتعلق بالأمن الوطني الطاقوي، ففي هذا الإطار يندرج الإهتمام بموضوع الطاقة في الجزائر، وهو إهتمام أي بلد نامي إثر هذه التغيرات العالمية، حيث يتعين تلبية ليس فقط الطلب المتزايد على الطاقة وإنما يتعداها إلى توفير موارد مالية لتمويل إقتصادها عن طريق تصدير المحروقات (النفط والغاز).

إن موضوع السياسة الطاقوية هو القيام بانتقاء ضمن الخيارات المقترحة من قبل التخطيط، وأخذ القرار في الإجراءات والتدابير اللازمة لبلوغ الأهداف المحددة[1].

5- أهم نماذج الطلب عن الطاقة: سنذكر عدة نماذج للطلب على الطاقة من أهمها:

1-5 النموذج البسيط:

يمكن وضع النموذج التالي لذي يأخذ بعين الاعتبار المتغيرات الإقتصادية بنظرة واسعة وهو نموذج بسيط، الذي يعطى شكله بالعلاقة التالية: $E = B.M^{A}.V^{S}.I^{K}.P^{L}.R^{T}$

حيث: B : ثابت.

M : عدد العائلات.

V : مقياس لخاصيات لنقل.

P : سعر الطاقة.

I : مقياس لخاصيات القطاع الصناعي.

R : مقياس الدخل الحقيقي.

(A, S, K, L, T) : مرونات.

ويعتبر هذا النموذج متكامل لأنه يأخذ بعين الإعتبار القطاعات الثلاث التي تستهلك الطاقة بصفة أساسية في أي بلد، ومكن إعطاء صيغة مبسطة لهذا لنموذج على الشكل التالي: $E = B.M^{\alpha}.P^{b}.R^{\lambda}$

حيث: B : ثابت.

M : مقياس الخاصيات للقطاعات المستهلكة.

R : الدخل.

[1] –بلغيث بشير، مرجع سبق ذكره، ص6.

P : السعر(أسعر الطاقة).

2-5 نموذج ليندن (*Linden*):

إن هذا النموذج يعطي شكل آخر مخالف لشكل النموذج السابق وهو كالآتي: $L = B.P^{\alpha}.T^{b}.A^{\lambda}$

حيث: L : إستهلاك الطاقة.

B : ثابت.

P : سعر الطاقة.

(T, A) : يمثل عدد السكان الكلي والسكان المشغل.

(α, b, λ) : مرونات.

3-5 نموذج *Nordhaus*:

يعطى هذا النموذج بالصيغة التالية: $N = B.Y^{\alpha}.P^{b}$

حيث: N : إستهلاك الطاقة.

B : ثابت.

Y : الدخل.

P : سعر الطاقة.

(α, b) : مرونات.

5- 4 نموذج *Champlon*:

إن الباحث يعتبر الإستهلاك الطاقوي مشكل من قطاعين، القطاع الأول هو القطاع الصناعي ويعرضه الرقم القياسي للإنتاج الصناعي والقطاع الآخر مفسر بالسكان لمشغل وهذا النوع من النموذج مفسر بأربعة متغيرات:

P : هو السعر أو الرقم القياسي للأسعار النسبية للطاقة

I : الرقم القياسي للإنتاج الصناعي

A : السكان المشغل

C_{t-1} : إستهلاك الطاقة المؤخرة

ويكتب هذا النموذج على الشكل التالي: $C = B.P^{\alpha}.A^{\beta}.I^{\lambda}.C_{t-1}^{\delta}$

C : إستهلاك الطاقة

B : ثابت

P : الرقم القياسي للأسعار النسبية

A : السكان المشغل

I : الرقم القاسي للإنتاج الصناعي

C_{t-1} : إستهلاك الطاقة المؤخرة

$(\alpha, \beta, \delta, \lambda)$: مرونات

المطلب الثالث: آفاق تطور إستهلاك الطاقة في الجزائر

لا يزال قطاع الطاقة في الجزائر يلعب دورًا رئيسياً في التنمية الاقتصادية، بفضل الموارد الهامة من المحروقــات الــتي يزخر بها القطاع المنجمي الوطني.

يساهم قطاع المحروقات بحوالي:

- 40 % من الناتج الوطني المحلي.
- أكثر من 60 % للميزانية العامة للدولة عن طريق الجباية البترولية.
- 97 % من عائدات التصدير.

كما تساهم المحروقات في تلبية الاحتياجات الوطنية من الطاقة التجارية إذ بلغ استهلاك الطاقــة في 2004 مــا يعادل 32 مليون ط.م.ن.

إن الدور و الوظيفة الموكلان إلى قطاع الطاقة مكّنا من وضع ورسم السياسة الطاقوية الوطنية، متمثلة في العناصر الرئيسية التالية :

- تنمية المحروقات و المنشآت القاعدية.
- تطوير صادرات المحروقات بغية تدعيم المشاريع التنموية.
- الإستخدام العقلاني للطاقة و تنمية فروع المتناوبة (الطاقات المتجددة، التكنولوجيات الفعالة و النقية).
- التعاون الدولي في مجال الطاقة.

1- نبذة تاريخية عن وزارة الطاقة والمناجم:

في سنة 1963 كانت مديرية الطاقة تحت وصاية وزارة الصناعة والطاقة كمجرد إدارة مكلفة بالبحث الطــاقوي والإستغلال المنجمي (المرسوم رقم: 63-267) في 24 جويلية 1963، المنظم لهيكلة وزارة الصناعة والطاقة.

وبالمرسوم الصادر في 31 سبتمبر 1977 وضعت عدة مواد لتوزيع الهياكل التابعة لوزارة الصناعة ولطاقــة بــين وزارة الطاقة والصناعات البيتروكيمياوية ووزارة الصناعات الثقيلة ووزارة الصناعات الخفيفة، وهذا في إطار إعادة تنظيم هياك الحكومة، والمادة الثانية من هذا المرسوم تنص على أن تتبع لوزارة الطاقة والصناعات البيتروكيمياويــة الهياكل التاليــة:

- المديرية العامة للطاقة والوقود.
- المديرية الفرعية للبيتروكيمياء والمديرية الفرعية للأسمدة والمنتوجات الخاصة بالصحّة النباتية، وذلــك فيمــا يخص مديرية الصناعات الكيميائية والبيروكيميائية (مرسوم رقم: 217-77) في 31 ديسمبر 1977.

وفي سنة 1979 دمجت وزارتي الصناعة والطاقة في وزارة واحدة وسمّيت بوزارة الصناعة والمناجم، وفي سنة 1991 تم فصل هاتين الوزارتين وإضافة قطاع المناجم إلى وزارة الطاقة لتصبح بإسم وزارة الطاقة والمناجم.

2- تطور الإستهلاك الوطني للطاقة:

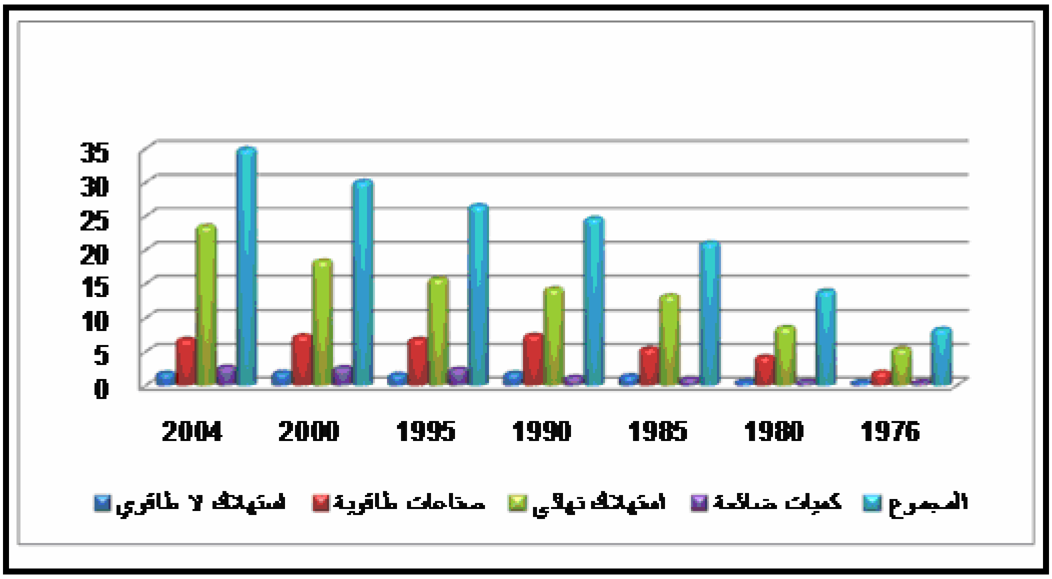
كان إستهلاك الطاقة سنة 1970 حوالي 5 مليون طن م ن فقط، حيث إرتفع سنة 2005 إلى أكثر من 36 مليون طن م ن[1] ، والجدول التالي يبن لنا الإستهلاك الوطني للطاقة في الجزائر خلال الفترة: 1992-2005.

الجدول رقم (1-2): تطور الاستهلاك الوطني للطاقة[2] الوحدة: مليون طن م ن

	1976	1980	1985	1990	1995	2000	2004
استهلاك لا طاقوي	0,5	0,6	1,4	1,8	1,6	1,9	1,8
صناعات طاقوية	1,9	4,2	5,4	7,4	6,8	7,3	6,8
استهلاك نهائي	5,4	8,5	13,2	14,2	15,7	18,3	23,5
كميات ضائعة	0,5	0,6	1	1,2	2,4	2,6	2,7
المجموع	**8,3**	**13,9**	**21**	**24,6**	**26,5**	**30,1**	**34,9**

ويمكن التعبير الإستهلاك الوطني للطاقة، في الشكل البيانـــي التالـــي:

الشكل رقم(1-1): تطور الإستهلاك الوطني للطاقة



المصدر: من إعداد الطالب.

[1] – م ن : مكافئ نفط.

[2] – مؤتمر الطاقة العربي الثامن، الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية للديمقراطية الشعبية، **منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول**، 2005، القاهرة، ص61.

من خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن الإستهلاك الوطني الطاقة في تزايد مستمر، حيث كان في سنة 1976 بـ 8.3 مليون طن م ن وإرتفع سنة 1980 بـ 13.9 مليون طن م ن وبقي في الإرتفاع إلى أن وصل إلى 34.9 مليون طن م ن سنة 2004.

3- الاستهلاك النهائي للطاقة :

يعتبر النفط والغاز الطبيعي المصدرين الرئيسيين للطاقة الأولية في الدول العربية، وقد بلغ إجمالي استهلاك الطاقة الأولية في الدول العربية في عام 2004 حوالي 4.185 مليون برميل مكافئ نفط (ب.م.ن) في اليوم من النفط والمشتقات النفطية و 3.218 مليون ب.م.ن. في اليوم من الغاز الطبيعي، بينما بلغ إستهلاك الطاقة الكهربائية حوالي 461 ألف جيجاوات ساعة (ج.و.س)[1] ، ويعتمد إنتاج الكهرباء بشكل رئيسي على النفط والغاز الطبيعي إذ تشكل هذه المصادر نسبة 98.1 % من مصادر الطاقة المنتجة للكهرباء بينما لا تتجاوز نسبة مساهمة المصادر المائية حوالي 1.9 % في حين لا تشكل مساهمة مصادر الطاقة المتجددة والمصادر الأخرى نسبة تذكر في الوقت الراهن[2].

وتتباين نسبة الاستهلاك النهائي للطاقة إلى إستهلاك الطاقة الأولية، فهي متدنية في الدول المنتجة للبترول (53-65 %)، حيث يتم إستهلاك كميات كبيرة في عمليات التحويل في المصافي ومحطات التوليد الكهربائية وترتفع هذه النسبة لتصل إلى حوالي 70% في مصر والأردن، و75 % في سورية. وقد مثّل النفط ما نسبته 62.39 % من الاستهلاك النهائي للطاقة في حين ساهم الغاز الطبيعي بنسبة 23.71 % ، والكهرباء 13.43 % والفحم 0.46 %[3].

إذ يغطي مجمع سونلغاز أكثر من 50 % من الإستهلاك النهائي للطاقة في الجزائر، ونسبة تعميم الكهرباء بلغت حوالي 96 %، كما أن نسبة إيصال الغاز الطبيعي وصلت إلى 34 %[4].

إن الإستهلاك النهائي للطاقة في الجزائر في تزايد مستمر خلال الفترة: 1980-2004، حيث سجّل سنة 1980 حوالي 8.5 مليون طن م ن، وإنتقل إلى 23.2 [5]مليون طن م ن سنة 2004، و الجدول التالي يبين تطور الإستهلاك النهائي للطاقة في الجزائر.

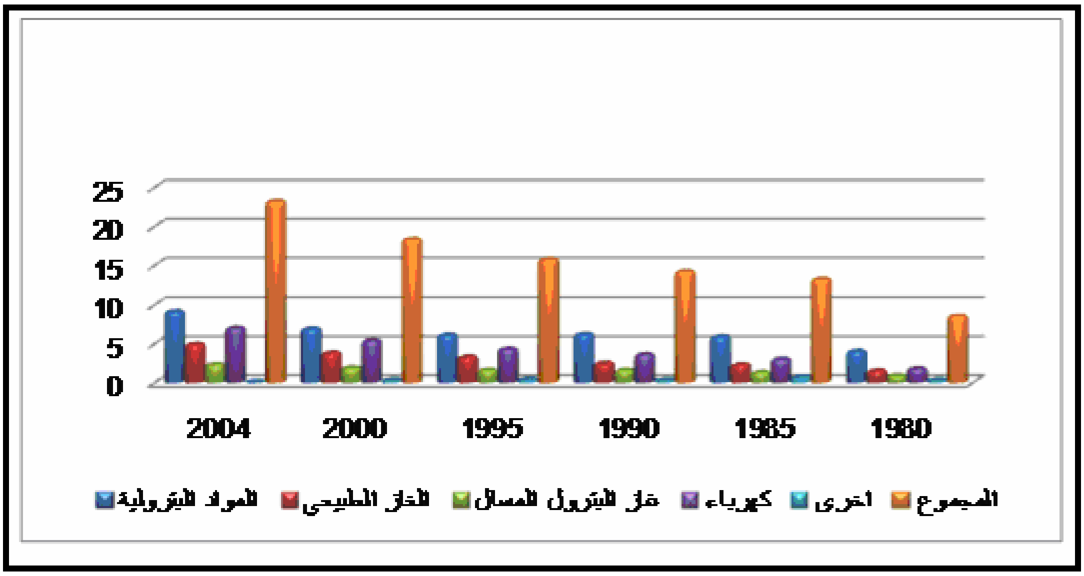
[1] – الإسكوا، المجموعة الإحصائية، العدد 25، الفصل الخامس، 2005.
[2] – مؤتمر الطاقة العربي الثامن، ترشيد إستخدام الطاقة الصناعية في الدول العربية، ص4.
[3] – مؤتمر الطاقة العربي الثامن، مرجع سبق ذكره، ص4.
[4] – مجلة نور، مرجع سبق ذكره، ص32.
[5] – هشام لبزة، مرجع سبق ذكره، ص26.

الجدول رقم(1-3):تطور الاستهلاك النهائي للطاقة حسب المواد[1] الوحدة: مليون طن م ن

	1980	1985	1990	1995	2000	2004
المواد البترولية	4	5,9	6,2	6,1	6,9	9,1
الغاز الطبيعي	1,5	2,3	2,5	3,3	3,8	4,9
غاز البترول المسال	0,9	1,3	1,6	1,6	1,9	2,3
كهرباء	1,8	3	3,6	4,3	5,4	7.0
اخرى	0,3	0,7	0,3	0,4	0,3	0
المجموع	**8,5**	**13,2**	**14,2**	**15,7**	**18,3**	**23,2**

إذ نعبر عن هذا، في الشكل البيانـــي التالـــي:

الشكل رقم(1-2): تطور الإستهلاك النهائي للطاقة حسب المواد



المصدر:من إعـــداد الطالب

4- آفاق تطور الإستهلاك الوطني للطاقة:

سيبلغ الإستهلاك الوطني للطاقة 45 مليون ط.م.ن في آفاق 2010 أي بمتوسط نمو سنوي يقدر بـــ 4.3 % خلال الفترة الممتدة من :1996 إلى 2010.

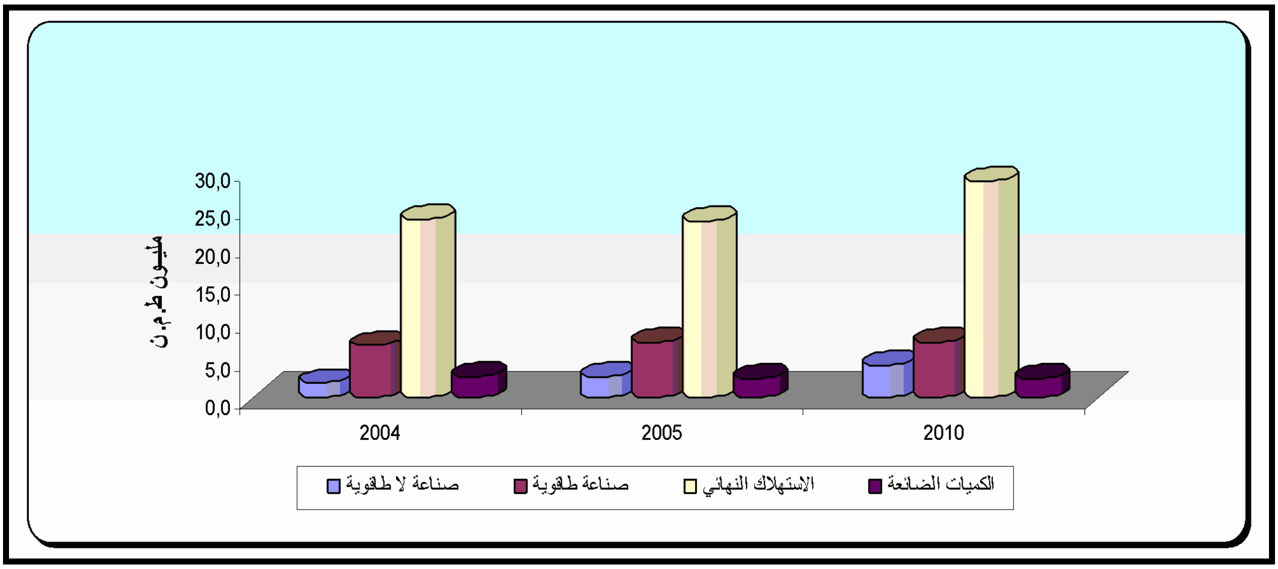
يتميز تطور المؤشرات الكبرى للإستهلاك الوطني للطاقة خلال هذه المرحلة بإنخفاض نسبي في إستهلاك الصناعات الطاقوية، حيث تنخفض حصتها من 27% عام 1996 إلى أقل من 16 % عام 2010 وبإرتفاع في نسبة الإستخدامات الغير طاقوية (خاصة البيتروكيماوات) التي ستصل إلى 9 %.

[1] – المؤتمر العربي الثامن، مرجع سبق ذكره، ص62.

إذ ستقوم سونلغاز بإستثمار 7.1 مليار دولار في قطاع الكهرباء ضمن مخططها التنموي 2004-2009 تخصص 2.7 مليار دولار لشبكـــة التوزيع و 2.4 مليار للإنتاج و 2 مليار لشبكـــة النقل، وتأتي مصادر تمويل هذه الإستثمارات من القروض (41%)، ومن مواردها الخاصة (33%) ومن القطاع الخاص (13%)، ومن مساهمات الزبائن (5%)، ومن إعتمادات الدولة (8%)[1].

والشكل البياني التالي يبين هذا التطور[2]:

الشكل رقم(1-3): آفاق تطور الإستهلاك الطاقوي الوطني 2005-2010



***Source**:Programme indicatif d'approvisionnement du marché national en énergie 2005-2015,CREG ,Mars 2006, p17*

5- آفاق تطور الإستهلاك النهائي:

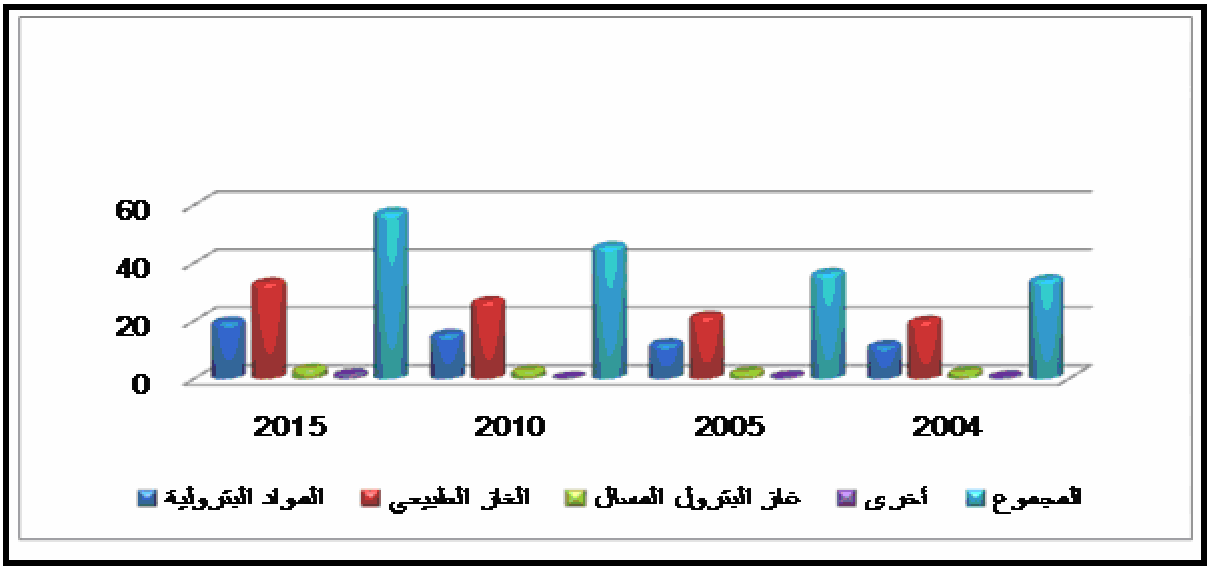
الجدول رقم(1-4): آفاق تطور الاستهلاك النهائي حسب المواد[3] الوحدة: مليون طن م ن

	2004	2005	2010	2015
المواد البترولية	11,4	12	15,2	19,5
الغاز الطبيعي	19,8	21,4	26,6	33.0
غاز البترول المسال	2,3	2,2	2,7	3,3
أخرى	0,6	0,7	1.0	1,5
المجموع	**34,1**	**36,3**	**45,5**	**57,3**

[1] – مجلة نور، مرجع سبق ذكره، ص32.
[2] – لبزة هشام، مرجع سبق ذكره، ص35.
[3] –مؤتمر الطاقة العربي الثامن، مرجع سبق ذكره، ص62.

ويمكن التعبير عن آفاق تطور الإستهلاك النهاي حسب المواد، في الشكل البيانـــي التالـــي:

الشكل رقم(1-4): آفاق تطور الإستهلاك النهائي حسب المواد



المصدر:من إعـــداد الطالب

من خلال التوقعات، فإن الإستهلاك النهائي للطاقة سيرتفع سنة 2010 بـــ: 45.5 مليون طن م ن، وسيرتفع في سنة 2015 بـــ 57.3مليار طن م ن، بعدما كان سنة 2004 بـــ 34.1 مليار طن م ن.

المبحث الثاني: إستهلاك وترشيد الطاقة الكهربائية في الجزائر

المطلب الأول: مفاهيم عامة حول الكهرباء

سجَّل قطاع الطاقة و المناجم في السنوات الخمس الأخيرة نتائج قيِّمة، نظرًا للإصلاحات التي قامت بها الدولة في تعديل وإستحداث قوانين و مؤسسات لتمكّن الدولة من إسترجاع صلاحياتها، بصفتها مالكة للثروة المنجمية والطبيعية، و محرك للإستثمارات[1].

ومن أجل ترقية القطاع و تطويره، تمت المصادقة على عدة قوانين اتخذت بعين الاعتبار إهتمامات الدولة المشتركة و نذكر منها[2]:

- ❖ قانون الكهرباء و التوزيع العمومي رقم 02-01 للغاز المؤرخ في 05 فيفري 2002 والمتعلق بتحرير قطاع الكهرباء و التوزيع العمومي للغاز الطبيعي، مع فتح مجال التنافس في إنتاج و توزيع الكهرباء و منح المتعاملين حق الدخول -وبدون تمييز-، إلى شبكة الكهرباء مع الحفاظ على مهام الخدمة العمومية، كما تم في نطاق هذا القانون تنصيب لجنة ضبط الكهرباء و الغاز في جانفي 2004 التي تهتم بضمان إحترام و تطبيق التنظيم الجديد.

[1] - طيب نايت سليمان و آخرون، **كتاب الجغرافيا**، الطبعة الأولى، O.N.P.S، الجزائر،2006، ص 90.

[2] - http://www.men-algeria.org/ politiques économiques، 2007.

❖ قانون رقم 05-07 الخاص بالمحروقات المؤرخ في 28 أفريل 2005 الذي من شأنه توسيع إطار الشفافية والمنافسة وعدم التمييز بين المتعاملين العموميين وغيرهم في منح الرخص المنجمية، رفع الاحتكار في إستغلال منشآت نقل المحروقات، وفتح مجال للاستثمار و السماح للمتعاملين باستغلال شبكة النقل بالأنابيب، وكذا إدخال شروط الإستغلال و الإهتمام أكثر بحماية البيئة.

سمح هذا القانون بإنشاء وكالتين للمحروقات، وكالة وطنية لتثمين موارد المحروقات "النفط"، وكالة وطنية لمراقبة النشاطات و ضبطها في مجال المحروقات" سلطة ضبط المحروقات".

وقد تم تنصيب اللجان الإدارية لتسيير هاتين الوكالتين في 14 نوفمبر 2005.

تقوم الوكالة الوطنية لتثمين موارد المحروقات بترقية إستثمارات القطاع وتسليم رخص التنقيب مع تحديد ومنح مساحات البحث وكذا متابعة ومراقبة تطبيق عقود البحث والاستغلال، وكذا تحديد و تحصيل الإتاوات وتحويلها للخزينة العمومية، كما تقوم بتسيير وتطوير بنوك المعلومات الخاصة بالبحث وإستغلال المحروقات.

أما الوكالة الوطنية لمراقبة النشاطات وضبطها في مجال المحروقات فهي تسهر على تطبيق القوانين المتعلقة بالنشاطات التي يحكمها هذا القانون (التعريفات، الإستعمال الحر لمنشآت النقل و التخزين، الأمن الصناعي، المحافظة على البيئة، دفتر الشروط المتعلق بإنجاز المنشآت، تطبيق المعايير والمقاييس المعدة على أساس أفضل تطبيق دولي)، كما تتكلف بدراسة طلبات منح إمتياز النقل بواسطة الأنابيب وتقديم التوصيات إلى الوزير المكلف بالمحروقات.

يسمح هذا القانون أيضاً بتكييف قوانين المؤسسات العمومية العاملة في هذا القطاع للدخول في إقتصاد السوق الذي يتميز بالمنافسة والفعالية الاقتصادية و الذي ترتكز على مبادئ الشفافية في التسيير، حيث تتولى الدولة مهامها في تسيير العقار المنجمي كقوة وطنية و ضابط للقوانين.

إضافة إلى ذلك قانون رقم 09-99 المؤرخ في 28 جويلية 1999 المتعلق بالتحكم في الطاقة و الذي يشمل جميع التدابير و الإجراءات المتخذة من أجل إستعمال رشيد للطاقة، تطوير الطاقات المتجددة وتقليل من آثار النظام الطاقوي على البيئة من خلال تخفيض إصدار الغازات الدفيئة.

1- تطور الطاقة الكهربائية في الجزائر:

عقب الحرب العالمية الثانية وبالتحديد في جوان من سنة 1948م قررت الحكومة الاستعمارية بالجزائر تنمية الإقتصاد الإجتماعي بالجزائر بإنشاء مؤسسة لتوزيع الطاقة (كهرباء وغاز الجزائر) *EGA*[1]، وأوكلت لهذه المؤسسة مهمة إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء والغاز.

ومن بين الإنجازات الأولى التي قامت بها إنشاء خط لنقل الكهرباء بسعة 150 كيلو فولط، يربط بين الشرق والغرب بفضل شبكة متشكلة من ثلاثة أجزاء: مركب وهران، مركب عنابة، مركب الجزائر الذي بعد المنسق الرئيسي مع باقي المراكز.

وفي سنة 1962م أعيد تشكيل الشبكة بإعتماد أسلاك كهربائية طولها 2910 كيلو متر لنقل الكهرباء ذات التوتر المتوسط والتوتر المنخفض لتزويد مدن يصل مداها من 1210 إلى 7200كلم، وقدرت الطاقة الإنتاجية

[1]- **E**lictricité et **G**az d’**A**lgerie.

للكهرباء بـــ 461 ميغاوات. أما خصوص الغاز الطبيعي فلم يتم إستغلاله إلا في سنة 1961م بالرغم من إكتشافه في سنة 1956م في حاسي الرمل.

وعقب خروج المستعمرين من الجزائر- ولكونهم يمثلون الأغلبية المستفيدة من خدمات الكهرباء- تراجع إستهلاك الضغط المنخفض والضغط العالي بنسبة 22%، 20% على التوالي، فضلا عن الغاز الذي تراجع إستهلاكه بنسبة 88 %. وتزامنت فترة إنخفاض الطلب على الكهرباء والغاز خلال فترة (1962-1967) مع قيام EGA بأشغال كبرى وإقتناء التجهيزات والمعدات، وقامت بتخفيض تسعيرة الغاز الطبيعي بنسبة 50 % لتشجيع الإستهلاك المحلي، ليكون هذا القرار إحدى أهداف المخطط الثلاثي 1967-1969م لإنعاش التنمية.

كان الميلاد الحقيقي لسونلغاز في 28 جويلية 1969م بالمرسوم رقم: 6959 المنشور في الجريدة الرسمية من فاتح أوت لسنة 1969م تحت اسم الشركة الوطنية للكهرباء والغاز وتمارس نفس مهام EGA[1].

تملك شركة "سونلغاز" الحكومية وكالة حصرية لإنتاج الكهرباء و نقلها و توزيعها في الجزائر، للشركة الفضل في رفع مستوى توزيع الكهرباء في البلاد من أقل 50% حين تأسست في عام 1969(كان يطلق عليها إسم كهرباء و غاز الجزائر، التي أسسها الإستعمار الفرنسي سنة 1948).

و تعد "سونلغاز" أكبر مرفق كهربائي في المغرب العربي دون منازع و من بين أكبر المرافق الكهربائية على صعيد العالم العربي (الرابعة بعد الشركات السعودية و المصرية و الكويتية)، و تملك الشركة اليوم خططا لإستخدام الغاز الطبيعي في توليد كمية إضافية من الطاقة تطمح إلى تصديرها إلى الإتحاد الأوروبي.

و بفضل قرب الجزائر من أوربا، يفكر مسؤولون الشركة في تصدير الكهرباء إلى القارة عبر شبكة الكابلات تمتد في قاع البحر الأبيض المتوسط، و ترى " سونلغاز" في مساعي الإتحاد الأوربي لتحرير أسواق الطاقة في الدول الأعضاء فيه فرصة يجب إغتنامها لإكتساب موقع أساسي لها في هذه الأسواق، و تعمل " سونلغاز"و "سوناطراك" الشركة الحكومية يدا بيد في مجال إنتاج الغاز، و تدرس الشركتان اليوم إمكانات زيادة التعاون لبناء معمل لتوليد الكهرباء من الغاز[2].

تستخدم "سونلغاز" الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء و في ذلك الكثير من الفوائد، لا سيما على الصعيدين و التجاري و البيئي، فالغاز أرخص ثمنا من المشتقات النفطية أو الفحم الحجري و أقل تلويثا منها.

بيدا أن توليد الكهرباء من الغاز الطبيعي يتطلب تقنيات خاصة و خبرات بشرية محددة و هما أمران تملكها "سونلغاز" و تعمل على تطويرهما بإستمرار. فالجزائر تؤمن بأن الغاز الطبيعي وهو مصدر الطاقة في المستقبل، فهو ليس قليل الضرر من الناحية البيئية فحسب، بل هو كذلك متوفر في عدد كبير من الدول، على رأسها الجزائر، في

[1] – عبد الغني دادن، **الإتجاه الحديث للمنافسة وفقا لأسلوب تخفيض التكاليف**، رسالــة ماجستير في التحليل الاقتصادي، جامعة الجزائر،2001 ، ص 134.

[2] – مجلة سنوية تصدر عن سونلغاز، **شركة الكهرباء الجزائرية تبحث عن أسواق في أوروبا**، سبتمبر 2005، ص 05.

حين أن النفط مهدد بالنفاذ بعد بضعة عقود، يذكر أن " سونلغاز" تملك تجهيزات بقدرة إنتاجية تبلغ حوالي 600 ميغاوات، و تنتج طاقة بمقدار 33638 جيغاوات-ساعة تقريبا لسنة 2005[1].

2- إستعمال الغاز الطبيعي كمورد لإنتاج الطاقة الكهربائية:

إذا كان هناك من سبب بعينه وراء ظهور الغاز الطبيعي كسِلعة فهو إرتفاع الطلب على الكهرباء، حيث يمثل إستعمال الغاز الغرض إنتاج الطاقة الكهربائية أهم إستخدام له، حيث زاد الإهتمام بذلك في العشرية الأخيرة نظرًا لإيجابيات هذه العملية سواء من حيث التكاليف أو مدة الإنجاز، زيادة على الفعالية الطاقوية بالنسبة للمراكز التي تستخدم الغاز كمادة أولية، وأهم سبب هو أنه أقل تلويثاً للبيئة مقارنة مع الفحم الذي كان يعد المصدر الأول لإنتاج الكهرباء.

عرف استهلاك الكهرباء في الجزائر تطورًا سنوياً بمعدل 8%، حيث إنتقل من 3249 ميجاواط ساعي في سنة 1976 إلى 25910 ميجاواط ساعي في سنة 2004 وسيصل إلى حوالي 27000 ميغاواط في 2005.

هذا التطور ناتج عن حاجيات الاقتصاد والسكان، مما ألزم تطور وسائل الإنتاج، حيث تضاعفت الطاقة القائمة من 1450 ميجاواط سنة 1976 إلى 6753 ميجاواط سنة 2004[2].

3- أنواع وطرق توليد الطاقة الكهربائية [3]:

إن عملية توليد أو إنتاج الطاقة الكهربائية هي في الحقيقة عملية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر حسب مصادر الطاقة المتوفرة في مراكز الطلب على الطاقة الكهربائية وحسب الكميات المطلوبة لهذه الطاقة ، الأمر الذي يحدد أنواع محطات التوليد وكذلك أنواع الاستهلاك وأنواع الوقود ومصادره كلها تؤثر في تحديد نوع المحطة ومكانها وطاقتها.

3-1 أنواع محطات التوليد :

توجد عدة أنواع محطات توليد نذكر من بينها:

3-1-1 محطات التوليد البخارية[4] :

تعتبر محطات التوليد البخارية محولاً للطاقة (*Energy Converter*)، وتستعمل هذه المحطات أنواع مختلفة من الوقود حسب الأنواع المتوفرة مثل الفحم الحجري أو البترول السائل أو الغاز الطبيعي أو الصناعي، تمتاز المحطات البخارية بكبر حجمها ورخص تكاليفها بالنسبة لإمكاناتها الضخمة كما تمتاز بإمكانية استعمالها لتحلية المياه المالحة، الأمر الذي يجعلها ثنائية الإنتاج خاصة في البلاد التي تقل فيها مصادر المياه العذبة.

تتحكم في اختيار المواقع المناسبة لمحطات التوليد الحرارية عدة عوامل مؤثرة نذكر منها ما يلي :

---

[1]- Revue trimestrielle du groupe Sonelgaz N° 5 Avril 2006.

[2] – هشام لبزة، مرجع ذكره، ص29.

[3]-www.idsc.gov.eg, 2008.

[4] –Ibid, 2008.

1. القرب من مصادر الوقود وسهولة نقله إلى هذه المواقع وتوفر وسائل النقل الاقتصادية.
2. القرب من مصادر مياه التبريد لأن المكثف يحتاج إلى كميات كبير من مياه التبريد، لذلك تبنى هـــذه المحطـــات عادة على شواطئ البحار أو بالقرب من مجاري الأنهار.
3. القرب من مراكز استهلاك الطاقة الكهربائية لتوفير تكاليف إنشاء خطوط النقل. مراكز الاستهلاك هي عـــادة المدن والمناطق السكنية والمجمعات التجارية والصناعية.

وتعتمد محطات التوليد البخارية على استعمال نوع الوقود المتوفر وحرقه في أفـــران خاصـــة لتحويـــل الطاقـــة الكيميائية في الوقود إلى طاقة حرارية في اللهب الناتج من عملية الاحتراق ثم استعمال الطاقة الحرارية في تـــسخين المياه في مراجل خاصة وتحويلها إلى بخار في درجة حرارة وضغط معين ثم تسليط هذا البخـــار علـــى عنفـــات أو توربينات بخارية صممت لهذه الغاية فيقوم البخار السريع بتدوير محور التوربينات وبذلك تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية على محور هذه التوربينات. يربط محور المولد الكهربائي ربطا مباشرا مع محور التوربينات البخاريـــة فيدور محور المولد الكهربائي (*AL TERNATOR*) بنفس الـــسرعة وباســـتغلال خاصـــة المغناطيـــسية الـــدوارة (*ROTOR*) من المولد والجزء الثابت (*STATOR*) منه تتولد على طرفي الجزء الثابت من المولد الطاقة الكهربائيـــة اللازمـــة.

لا يوجد فوارق أساسية بين محطات التوليد البخارية التي تستعمل أنواع الوقود المختلفة إلاَّ من حيث طرق نقـــل وتخزين وتداول وحرق الوقود، وقد كان إستعمال الفحم الحجري شائعاً في أواخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن إلاَّ أن إكتشاف وإستخراج البترول ومنتجاته أحدث تغييراً جذرياً في محطات التوليد الحرارية حيث أصبح يستعمل بنسبة تسعين بالمائة لسهولة نقله وتخزينه وحرقة إن كان بصورة وقود سائل أو غازي.

3-1-2 محطات التوليد النووية :

محطات التوليد النووية نوعاً من محطات التوليد الحرارية لأنها تعمل بنفس المبدأ وهو توليـــد البخـــار بـــالحرارة وبالتالي يعمل البخار على تدوير التوربينات التي بدورها تدور الجزء الدوار من المولد الكهربائي وتتولـــد الطاقـــة الكهربائية على أطراف الجزء الثابت من هذا المولد.

والفرق في محطات التوليد النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد هنا مفاعل ذري تتولد في الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للذرة وتـــستغل هـــذه الطاقـــة الحرارية الهائلة في غليان المياه في المراجل وتحويلها إلى بخار ذي ضغط عال ودرجة مرتفعة جدًا.

تحتوي محطة التوليد النووية على الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري وهو يتكون من طبقة من الآجر الناري وطبقة من المياه وطبقة من الحديد الصلب ثم طبقة من الأسمنت تصل إلى سمـــك متـــرين وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية.

إن أول محطة توليد حرارية نووية في العالم نفذت في عام 1954 وكانت في الاتحاد السوفيتي بطاقة 5 ميغاواط.

ومحطات التوليد النووية غير مستعملة في البلاد العربية حتى الآن، ولكن محطات التوليد الحرارية البخارية مستعملة بصورة كثيفة على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي في توليد الكهرباء ولتحلية المياه المالحة.

3-1-3 محطات التوليد المائية[1]:

حيث توجد المياه في أماكن مرتفعة كالبحيرات ومجاري الأنهار يمكن التفكير بتوليد الطاقة، خاصة إذا كانت طبيعة الأرض التي تهطل فيها الأمطار أو تجري فيها الأنهار جبلية ومرتفعة، ففي هذه الحالات يمكن توليد الكهرباء من مساقط المياه. أما إذا كانت مجاري الأنهار ذات انحدار خفيف فيقتضي عمل سدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه، تنشأ محطات التوليد عادة بالقرب من هذه السدود كما هو الحال في مجرى نهر النيل. وقد بني السد العالي وبنيت معه محطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 1800 ميغاواط. وعلى نهر الفرات في شمال سوريا بني سد ومحطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 800 ميغاواط.

إذا كان مجرى النهر منحدرا انحدار كبيرا فيمكن عمل تحويله في مجرى النهر باتجاه أحد الوديان المجاورة وعمل شلال اصطناعي، هذا بالإضافة إلى الشلالات الطبيعية التي تستخدم مباشرة لتوليد الكهرباء كما هو حاصل في شلالات نياغرا بين كندا والولايات المتحدة، وبصورة عامة أن أية كمية من المياه موجودة على ارتفاع معين تحتوي على طاقة كامنة في موقعها، فإذا هبطت كمية المياه إلى ارتفاع أدنى تحولت الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية وإذا سلطت كمية المياه على توربينة مائية دارت بسرعة كبيرة وتكونت على محور التوربينة طاقة ميكانيكية، وإذا ربطت التوربينة مع محور المولد الكهربائي تولد على أطراف العضو الثابت من المولد طاقة كهربائية[2].

3-1-4 محطات التوليد من المد والجزر:

المد والجزر من الظواهر الطبيعية المعروفة عند سكان سواحل البحار، فهم يرون مياه البحر ترتفع في بعض ساعات اليوم وتنخفض في البعض الآخر، وقد لا يعلمون أن هذا الارتفاع ناتج عن جاذبية القمر عندما يكون قريباً من هذه السواحل وأن ذلك الانخفاض يحدث عندما يكون القمر بعيداً عن هذه السواحل، أي عندما يغيب القمر، علما أن القمر يدور حول الأرض في مدار أهليجي أي بيضاوي الشكل دورة كل شهر هجري، وأن الأرض تدور حول نفسها كل أربع وعشرين ساعة، فإذا ركزنا الانتباه على مكان معين، وكان القمر ينيره في الليل، فهذا معناه أنه قريب من ذلك المكان وأن جاذبيته قوية لذا ترتفع مياه البحر وبعد مضي أثني عشرة ساعة من ذلك الوقت، يكون القمر بالجزء المقابل قطرياً، أي بعيداً عن المكان ذاته بعدا زائدا بطول قطر الكرة الأرضية فيصبح اتجاه جاذبية القمر معاكسة وبالتالي ينخفض مستوى مياه البحر.

وأكثر بلاد العالم شعورًا بالمد والجزر هو الطرف الشمالي الغربي من فرنسا، حيث يعمل مد وجزر المحيط الأطلسي على سواحل شبه جزيرة برنتانيا إلى ثلاثين مترًا وقد أنشئت هناك محطة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة 400 ميغاواط، حيث توضع توربينات خاصة في مجرى المد فتديرها المياه الصاعدة ثم تعود المياه الهابطة وتديرها مرة

---

[1]-www.idsc.gov.eg, 2008.

[2]-Ibid, 2008.

أخرى، ومن الأماكن التي يكثر فيها المد والجزر السواحل الشمالية للخليج العربي في منطقة الكويت حيث يصل أعلى مد إلى إرتفاع 11 مترًا ولكن هذه الظاهرة لا تستغل في هذه المناطق لتوليد الطاقة الكهربائية.

3-1-5 محطات توليد الكهرباء بواسطة الرياح[1] :

يمكن إستغلال الرياح في الأماكن التي تعتبر مجاري دائمة لهذه الرياح في تدوير مراوح كبيرة وعالية لتوليد الطاقة الكهربائية، وعلى سبيل المثال هناك مدن صغيرة في الولايات المتحدة وأوروبا تستمد الطاقة الكهربائية اللازمة للاستهلاك اليومي من محطة توليد كهرباء تعمل بالرياح يبلغ طول شفرة مروحتها 25 متراً، فقد كانت طواحين الهواء المعروفة قديماً في أوروبا نوعا من إستغلال قدرة الرياح في تدوير حجر الرحى، وفي هذه الأيام الذي ينتقل على الساحل الشرقي لاسكتلندا يرى العديد من هذه المراوح التي تنتج الطاقة الكهربائية وكذلك المتتره على الشاطئ الشمالي في لبنان يرى هذه المراوح ترفع المياه من البحر إلى الملاحات لإنتاج الملح.

3-1-6 محطات التوليد بالطاقة الشمسية:

ما يمكن أن ينتج عنه أعمال تطبيقية أصبحت في التداول التجاري هي إستغلال الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية وفي تسخين مياه الاستعمال المترلي وخاصة في التجمعات الطلابية والعمّالية.

4- توليد الكهرباء[2]:

4-1 توليد الكهرباء بواسطة الديزل:

تستعمل ماكينات الديزل في توليد الكهرباء في أماكن كثيرة في دول الخليج وخاصة في المدن الصغيرة والقرى. وهي تمتاز بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف ولكنها تحتاج إلى كمية مرتفعة من الوقود نسبياً وبالتالي فان كلفة الطاقة المنتجة منها تتوقف على أسعار الوقود، ومن ناحية أخرى لا يوجد منها وحدات ذات قدرات كبيرة (3 ميغاواط فقط)، وهذا المولدات سهلة التركيب وتستعمل كثيرة في حالات الطوارئ أو أثناء فترة ذروة الحمل وفي هذه الحالة يعمل عادة عدد كبير من هذه المولدات بالتوازي لسد احتياجات مراكز الاستهلاك.

4-2 توليد الكهرباء بالتوربينات الغازية:

تعتبر محطات توليد الكهرباء العاملة بالتوربينات الغازية حديثة العهد نسبيا ويعتبر الشرق الأوسط من أكثر البلدان استعمالا لها، وهي ذات سعات وأحجام مختلفة من 1 ميغاواط الى 250ميغاواط ، تستعمل عادة أثناء ذروة الحمل في البلدان التي يوجد فيها محطات توليد بخارية أو مائية، علمًا أن فترة إقلاعها وإيقافها تتراوح بين دقيقتين وعشرة دقائق.

وفي معظم الشرق الأوسط، وخاصة في المملكة العربية السعودية، فتستعمل التوربينات الغازية لتوليد الطاقة طوال اليوم بما فيه فترة الذروة، ونجد اليوم في الأسواق وحدات متنقلة من هذه المولدات لحالات الطوارئ مختلفة الأحجام والقدرات.

[1]-www.idsc.gov.eg, 2008.

[2]-Ibid, 2008.

تمتاز هذه المولدات ببساطتها ورخص ثمنها نسبياً وسرعة تركيبها وسهولة صيانتها وهي لا تحتاج إلى مياه كثيرة للتبريد، كما تمتاز بإمكانية استعمال العديد من أنواع الوقود (البترول الخام النقي – الغاز الطبيعي – الغاز الثقيل وغيرها ...) وتمتاز كذلك بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف.

وأما سيئاتها فهي ضعف المردود الذي يتراوح بين 15 و 25 % كما أن عمرها الزمني قصير نسبياً وتستهلك كمية أكبر من الوقود بالمقارنة مع محطات التوليد الحرارية البخارية.

5- الإطار النظري لبدائل دعم الكهرباء[1]:

يمثل قطاع الطاقة بصفة عامة والكهرباء بصفة خاصة، أحد أهم القطاعات التي تدعمها الدولة سواء لأغراض إقتصادية أو إجتماعية، وعلى الرغم من تعدد التعريفات الخاصة بدعم الكهرباء، إلاّ أنه يمكن القول بأن دعم الكهرباء يتضمن كل التدخلات الحكومية التي يترتب عليها إنخفاض تكاليف الإنتاج الكهرباء أو إنخفاض الأسعار المدفوعة بواسطة مستهلكي الكهرباء.

ولكن نظرًا للجدل الدائر حول هذا الدعم وتسرب جزء منه للفئات غير المستحقة، تتزايد أهمية الإتجاه نحو رَفع أسعار الكهرباء، إلا أن هذه الزيادة تلحق الضرر بالفئات محدودة الدخل وهو ما يتطلب ضرورة توفير آليات بديلة لتوفير هذه الفئات المتضررة.

ويتناول هذا القسم مبادئ وأهداف دعم الكهرباء وأشكاله، بالإضافة إلى الآثار السلبية المترتبة عنه، ومصادر تمويل هذا الدعم بالإضافة إلى عرض أنظمة دعم الكهرباء في مجموعة من الدول وتجارب بعض الدول في إصلاح نظم دعم الكهرباء لديها.

6- مبادئ دعم الكهرباء[2]:

لا يوجد نظام واحد أو نمط معين يتم من خلاله تقديم دعم الكهرباء حيث تأخذ كل دولة في حساباتها الظروف الدولية والمحلية والسياسية والإقتصادية والإجتماعية التي تواجهها، وعلى الرغم من ذلك توجد مجموعة من المبادئ الأساسية التي تطبقها الدول في تصميم وتطبيق إصلاح نظام دعم الكهرباء.وهي:

- **الإستهداف**: يجب أن تذهب المساعدات فقط للذين يستحقونها، ويجب أن يقتصر الدعم على الفقراء فقط.
- **الوضوح**: أي أن يتم تصميم نظام دعم الكهرباء على أسس واضح بحيث تم تعديلها من خلال التكاليف والعوائد المترتبة على ذلك.
- **الشفافية**: يجب أن يعرف الجمهور التكلفة الحقيقية، والمنافع المتحققة من دعم الكهرباء.
- **الرشادة**: يجب أن يتم التعامل مع التشوهات السوقية التي يحدثها دعم الكهرباء برشادة.

[1]–www.idsc.gov.eg, 2008.

[2]–Ibid, 2008.

- **تحديد الوقت:** يجب أن تكون فترة الدعم محددة وليست مفتوحة حتى لا تخرج التكاليف عن السيطرة.
- **كفاءة التكلفة:** تحقيق أهداف البرنامج مع تخفيض التكلفة الإدارية لبرنامج الدعم عند مستوى أقل.

7- أشكال تقديم دعم الطاقة الكهربائية[1]:

تتعدد أشكال دعم الكهرباء، فبينما تقوم بعض الأشكال على التأثير المباشر على أسعار الكهرباء (مثل التحويلات النقدية للمنتجين أو المستهلكين)، يقوم البعض الآخر على التأثير غير المباشر على الأسعار مثل: حوافز الإستثمار والبحث والتطوير.

8- كيفية إختيار النظام المناسب لدعم الطاقة الكهربائية[2]:

نلاحظ وجود أكثر من نمط لدعم الطاقة الكهربائية المخصصة للإستهلاك المترلي، لذا يكون التساؤل المطروح: كيف يمكن الإختيار بين هذه الأشكال، خاصة وأن إختيار نمط الدعم المناسب يتوقف على عدة عوامل منها التكاليف الإجمالية لبرامج الدعم، القيود الإدارية، بالإضافة إلى الآثار المترتبة على الفئات المختلفة، وكذلك المرحلة التي تمر بها الدولة ووضع الدراسة مثلا: هل هي دولة متقدمة أم نامية.

ومن ناحية أخرى، يكون إختيار الوسائل الملائمة لتقديم دعـــم الكهرباء شرطا ضرورياً لضمان كفاءة وفعالية برامـــج دعم الطاقـــة الكهربائية، فعلى سبيل المثال لا يفضل بالنسبة للدولة التي تعاني من إنخفاض كفاءة الأطـــر المؤسسية والإدارة الحكومية، الإعتماد على آلية التحويلات النقدية نظرًا لصعوبة إستهداف الطبقات المستحقة للدعم مما قد يؤدي إلى إرتفاع تكاليف برامج الدعم.

ويفضل في هذا الصدد دعم جانب الطلب (دعم المستهلك) على دعم جانب العرض (دعم شركات الإنتاج والتوزيع) على الرغم من أن التطبيق العملي يشير إلى أن دعم جانب العرض أسهل في تقديمه من جانب الطلب إلا أن دعم جانب الطلب يؤدي إلى تسرب الدعم لغير مستحقيه.

وتشير نتائج التطبيق العملي لنظم دعم الكهرباء، إلى أن الدول النامية تقوم بضفة عامة بدعم جانب الطلب (المستهلك النهائي للطاقة)، بينما تقوم الدول الصناعية بدعم جانب العرض ويرجع ذلك إلى أن الدول النامية تركز في الأساس على تحقيق الأهداف الإجتماعية (تحسين مستوى معيشة الطبقات الفقيرة) لذا لا تهتم كثيرًا بجانب العرض نظرًا لما يترتب عليه من تسرب الدعم لغير مستحقيه.

أما الدول المتقدمة فلديها أهداف أخرى تسعى إلى تحقيقها ويأتي في مقدمتها الإهتمام بالإعتبارات البيئية وخفض مستويات الإنبعاث الحراري وذلك من خلال تشجيع إستخدام التكنولوجيا النظيفة في توليد الطاقة. ونظرًا لأن إستخدام هذه التكنولوجيا يتطلب القيام بإستثمارات ضخمة، تقوم هذه الدول بتقديم العديد من الحوافز الضريبية والمساعدات الفنية على الإستثمار والبحث والتطوير.

---

[1]-Ibid, 2008

[2]-Ibid, 2008

9- أهداف دعم الكهرباء[1]:

تختلف سياسات الدعم وسبل تطبيقها من فترة زمنية إلى أخرى طبقا للمستهدف من الدعم وطبقا للظروف المرحلية التي يعاصرها المجتمع، وبصورة عامة تهدف سياسات الدعم بالنسبة لمستخدمي الكهرباء إلى:

- دعم الفقراء ومساعدتهم لتحقيق مستوى مناسب من نوعية الحياة، حيث يرفع دعم الكهرباء من مستويات المعيشة حيث أنه من الممكن أن تؤدي إلى زيادة عدد ساعات المذاكرة لأبناء الفقراء مما يرفع من مستوى التعليم، كما تعد وقود نظيف للتدفئة وإعداد الطعام، وكذلك إستخدام الطاقة الكهربائية في توفير مياه شرب نظيفة مما يترتب عليه رفع المستوى الصحي للمواطن، كذلك يخفض دعم الكهرباء من نسبة إنفاق الأسرة على الخدمات خاصة في حالة الأسر الفقيرة.
- تشجيع بعض الأنشطة التنموية في الدولة من خلال التركيز على أنشطة معينة تريد الدولة تشجيع العمل بها.
- أهداف بيئية تتمثل في خفض مستويات الإنبعاث الحراري الناتج عن إستخدام المنتوجات البترولية في توليد الطاقة وذلك من خلال تطوير مصادر نظيفة لتوليد الطاقة.

10- الآثار السلبية لدعم الطاقة الكهربائية[2]:

- يؤدي إلى حدوث تشوهات سعرية في السوق بسبب وجود أكثر من سعر لنفس السلعة، وبالتالي يؤدي الدعم إلى تعطيل آلات السوق مما يؤثر على المنافسة وبالتالي كفاءة السوق.
- يؤدي خفض أسعار الكهرباء (سواء من خلال دعم المنتجين أو المستهلكين) إلى عدم الرشادة لأي إستهلاك الطاقة نظرا لعدم تحمل المستهلك التكلفة الحقيقية للإنتاج.
- الإقلال من الفرص الإقتصادية البديلة للإستخدام الأمثل لمصادر الأولية للطاقة (مثل الغاز الطبيعي) حيث تمثل الأسعار المدعمة للكهرباء عاملا جذابا فضلا عن سهولة ونظافة وأمان إستخدام الكهرباء.
- أن الإستفادة من الدعم تكون عادة لكافة فئات المستخدمين القادرين وغير القادرين، فعادة لا يصل دعم الكهرباء لمستحقيه حيث يستفيد من الدعم الأكثر إستخداماً للكهرباء وليس الأكثر فقرًا.
- إن خفض السعر المدفوع للمنتجين سوف يؤدي إلى خفض العائد على الإستثمار في هذا القطاع مما يؤدي إلى عدم وجود حافز لدى المستثمرين على التحديث والتطوير.
- يترتب على الدعم إنخفاض الحافز على المنتجين للسعي إلى خفض تكاليف الإنتاج ومن ثم تدني مستوى الكفاءة.
- يمثل عبء مالي على المستخدمين الآخرين في حالة الدعم المتبادل.
- يمثل عبء مالي على ميزانية شركات الكهرباء في حالة تحملها ذلك.

---

[1]–Ibid, 2008..

[2]–Ibid, 2008.

- الآثار التوزيعية حيث يؤدي دعم الكهرباء إلى تخفيض سعر الكهرباء، وزيادة الطلب وبالتالي يتغير توزيع الموارد في الإقتصاد، كما تظهر آثارها على مستوى الدخل.
- يرتبط دعم الكهرباء بعدد من الآثار الإقتصادية الكلية حيث يؤثر دعم الكهرباء على عجز الميزانية، فإذا كان مصدر الإنفاق يأتي من القروض فإن ذلك يؤدي إلى ضغوط تدفع معدل التضخم إلى الارتفاع ومن
- ثم خفض سعر الفائدة الحقيقي ومعدلات التبادل في الإقتصاد وهو ما ينعكس على الإستثمار والتجارة وتدفق رأس المال، أما لو قامت الحكومة بتمويل الدعم من خلال زيادة الضرائب، فإن ذلك سيؤثر بالتبعية على معدلات التشغيل والمنافسة، ويمكن أيضا إعادة توزيع موارد الموازنة العامة لحل تلك المشكلة ولكن ذلك قد يؤثر على الإنفاق على الخدمات مثل: الصحة والتعليم.
- يؤثر دعم الكهرباء تأثيرا سلبيا على ميزان للمدفوعات، نظرا لما يترتب على ذلك من زيادة الطلب على الكهرباء، وهو ما قد يؤدي إلى إنخفاض حجم الطاقة المتاحة للتصدير (في حلة ما إذ كانت الدولة مصدرة للكهرباء) أو زيادة فاتورة الإستيراد (إذا ما كانت دولة مستوردة للكهرباء)، مما يؤثر بالسلب على القدرة في تأمين أو توفير الطاقة الكهربائية نتيجة الإعتماد على الواردات في تغطية الإحتياجات المحلية من الطاقة.

هذا وتتعدد الآثار السلبية المترتبة على تقليص دعم الكهرباء مثل:

- تقليل تحصيل شركات الكهرباء لمستحقاتها وذلك نظرا لما يترتب عليها من عدم قدرة الطبقات الفقيرة على دفع قيمة الفاتورة (يمكن أن يكون تأثر وقتي يزول بعد فترة).
- إنخفاض إيرادات شركات الكهرباء نتيجة ترشيد إستخدامات الطاقة بسبب رفع الأسعار.
- يتأثر محدودي الدخل نسبيا أكثر من القادرين في معظم الأحوال.
- إنخفاض الفائض المالي للأسرة.

11- مصادر تمويل دعم الكهرباء:

هناك عدة مصادر لتمويل دعم الكهرباء إستخدمتها عدد من دول العالم منها:

✓ الدعم البيني: يقوم هذا دعم على قيام فئات أو مجموعات معينة من السكن على دفع أسعار مرتفعة للكهرباء في مقابل حصول مجموعات أخرى على الكهرباء بأسعار مختلفة، ويأخذ هذا الدعم عدة أشكل منها:

✗ الدعم بين الشرائح المختلفة للكهرباء، بحيث تدعم الفئات الأكثر إستهلاك للكهرباء الفئات منخفضة الإستهلاك.

✗ الدعم بين المناطق المختلفة: بحيث تدعم المناطق الحضرية أو الغنية المناطق الريفية أو النائية.

✗ الدعم المتبادل بين الفئات المختلفة للمستهلكين من خلال التعريفة الكهربائية.

✓ دعم منتجي الكهرباء من خلال تقديم مجموعة من الحوافز لمنتجي الكهرباء مثل حوافز البحث والتطوير والحوافز الضريبية حتى يقومُـــوا بتخفيض أسعار الكهرباء عن تكلفتها الحقيقية.

✓ الدعم المالي المباشر من خزينة الدولة إمَّـــا:

- لشركات الكهرباء.
- لبعض فئات أو شرائح مستهلكي الكهرباء.

12- تجارب الدول في دعم الكهرباء:

تبنت العديد من دول العالم برامج لدعم الكهرباء، وفيما يلي عرض لبعض لأنظمة دعم الكهرباء في الدول المختلفة بالإضافة إلى تجارب بعض الدول في إصلاح وترشيد نظم دعم الكهرباء لديها:

أولا: **أنظمة دعم الكهرباء في الدول المختلفة**[1]:

- **تايلاند:** تستخدم الدعم بين شرائح الإستهلاك للكهرباء ، حيث تدفع الفئات الأكثر إستهلاكا للكهرباء أسعار مرتفعة نسبيا مقابل دفع الفئات الأقل إستهلاكا للكهرباء أسعار منخفضة نسبيا.
- **أستراليا:** تستخدم أستراليا الدعم البيني سواء بين المناطق الجغرافية أو بين الفئات المختلفة المستخدمة للكهرباء حيث يتم خفض أسعار الكهرباء بالنسبة للمستهلكين في المناطق الريفية والنائية مقارنة بباقي المناطق، وكذلك الحال بالنسبة لمحدودي الدخل
- **روسيا:** تعتمد روسيا على الدعم البيني، حيث تنخفض أسعار الكهرباء المخصصة للإستهلاك المترلي والزراعي، في حين ترتفع بالنسبة للأغراض الصناعية والتجارية.

ثانيا: **تجارب الدول في إصلاح وترشيد نظم دعم الكهرباء:**

- **المكسيك:** عملت المكسيك على خفض الآثار السلبية لإرتفاع أسعار الكهرباء على الفقراء من خلال تقسيم السكنات إلى مجموعات وفقا لشرائح إستهلاك الكهرباء، بحيث يتم تثبيت أسعار الكهرباء لمستوى
- إستهلاك معين منخفض على أن يتم رفع أسعار الكهرباء تدريجيا لإستهلاك أعلى من هذا المستوى، مع إستخدام الوفر في ميزانية الدعم في عمليات تطوير محطات توليد الكهرباء وشبكات التوزيع بما يساعد على زيادة تغطية الكهرباء لكافة الأقاليم من ناحية وخفض تكاليف الإنتاج والتوزيع من ناحية أخرى بما يضمن تحقيق الكفاءة الإقتصادية.
- **بولندا:** تعتمد على المكاتب الإقليمية للتأمينات الإجتماعية لتوزيع التحويلات النقدية على الفئات محدودة الدخل كتعويض عن إرتفاع أسعار الكهرباء.
- **ألبانيا:** قامت ألبانيا بزيادة الأجور والمعاشات وإعانة البطالين لتعويض الفرد عن 70% من الإرتفاع في أسعار الكهرباء.

[1]–Ibid, 2008.

المطلب الثاني: إستهلاك الكهرباء في الجزائر

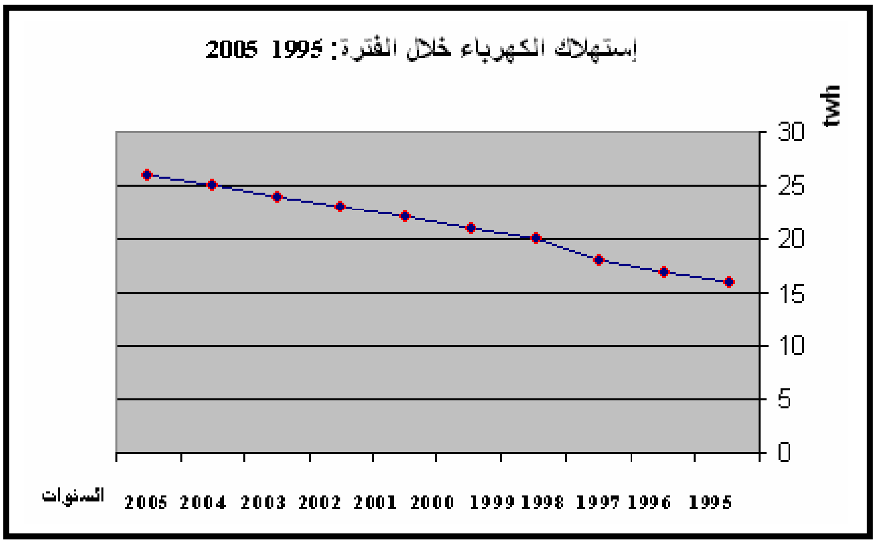
عرف الإستهلاك الوطني للكهرباء تطورًا كبيرًا من حيث الحجم، من حيث المشتركين ومن حيث الإستهلاك السنوي للمشترك، هذه التطورات كانت مخلفة حسب الإنتماء إلى شبكة الترابط في الشمال أو شبكات الجنوب، حسب مراكز التوزيع وكذلك حسب قطاعات النشاط الإقتصادي.

1- التطور العام لإستهلاك الكهرباء:

عرف إستهلاك الكهرباء في الجزائر تطور مستمرًا، حيث إنتقل من *GWH* 939 في سنة: 1963 م إلى 14612 *GWH* في سنة 1993م، كما عرف إستهلاك الكهرباء في الجزائر تطورًا ملحوظاً خلال الفترة 1995-2004 في إرتفاعاً مستمرًا بنسبة نمو سنوي متوسط يقدر بـ: 5.1 %[1] ، أم من حيث الإنتماء إلى الشبكة، فنجد الإستهلاك المتعلق بشبكة الترابط الشمالية يمثل أكثر من 98 % من مجموع الإستهلاك الوطني، بينما الباقي لا يتجاوز 2 % يعود لشبكات الجنوب[2].

ويمكن أن نبين هذا التطور من خلال الرسم البياني التالي[3]:

الشكل رقم (1-5): منحنى يمثل تطور إستهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة 1995- 2005



المصدر: من إعداد الطالب

1 - CREG : لجنة ضبط الكهرباء والغاز،**الاحتياجات المتوسطة للكهرباء والغاز في الجزائر 2006-2015** ، ص 03،

2 - بشير بلغيث، مرجع سبق ذكره، ص130.

3 - CREG ، مرجع سبق ذكره، ص 03.

2- عدد المشتركين:

عرف عدد المشتركين تطورات معتبرة عبر مختلف المراحل، إذ كان العدد سنة 1963 بـــ 703877 مـــشترك[1]، حيث إنتقل إلى 720718 مشترك خلال سنة 1970، وبقي هذا التزايد مستمر إلى أن وصل إلى 1161651 مشترك سنة 1976، كما بقي عدد المشتركين في التزايد إذ وصل إلى4.896.620 خلال سنة 2002[2] . إذ وصل عـــدد المشتركين خلال سنة 2007 حوالي *GWH* 6.061.412، حث سجّلت فئة التوتر المنخفض أكبر نسبة فإنتقلـــت من 4.864.003 *GWH* سنة 2002 إلى 6.022.334 سنة 2007.

والجدول التالـــي يبين مختلف مراحل هذا التطور حسب مستويات التوتر:

---

[1] – بشير بلغيث، مرجع سبق ذكره، ص 130.

[2]- Rétrospective 1970-2002, Mines et energie; ONS; Alger; 2005, p133.

الجدول رقم(1-5): تطور عدد المشتركين حسب مستويات التوتر[1]

1976	*1975*	*1974*	*1973*	*1972*	*1971*	*1970*	*U M•*	*DESIGNATION*
1.161.651	**1.064.983**	**977.840**	**918.564**	**807.420**	**784.720**	**720.718**	Nbre	**Abonnés : SONELGAZ**
28	28	24	21	18	12	12	"	Haute Tension
4.961	4.356	4.187	3.896	3.689	3.476	3.302	"	Moyenne Tension
1.156.662	1.060.599	973.629	914.647	803.713	781.232	717.404	"	Basse Tension
1983	*1982*	*1981*	*1980*	*1979*	*1978*	*1977*	*U M*	*DESIGNATION*
2.295.053	**1.903.359**	**1.741.930**	**1.602.362**	**1.472.137**	**1.365.683**	**1.268.506**	Nbre	**Abonnés : SONELGAZ**
48	46	45	43	40	34	29	"	Haute Tension
10.646	9.750	8.752	7.718	6.950	6.160	5.490	"	Moyenne Tension
2.084.359	1.893.563	1.733.133	1.594.601	1.465.147	1.359.489	1.262.937	"	Basse Tension
1990	*1989*	*1988*	*1987*	*1986*	*1985*	*1984*	*U M*	*DESIGNATION*
3.159.680	**2.979.412**	**2.804.771**	**2.604.304**	**2.413.288**	**2.220.101**	**2.296.755**	Nbre	**Abonnés : SONELGAZ**
56	55	55	54	55	50	48	"	Haute Tension
20.811	19.344	17.639	16.147	14.351	12.958	11.846	"	Moyenne Tension
3.138.813	2.960.013	2.787.077	2.588.103	2.398.882	2.207.096	2.284.861	"	Basse Tension
1997	*1996*	*1995*	*1994*	*1993*	*1992*	*1991*	*U M*	*DESIGNATION*
4.125.449	**4.010.553**	**3.907.108**	**3.776.952**	**3.633.681**	**3.476.320**	**3.310.769**	**Nbre**	**Abonnés : SONELGAZ**
60	60	61	61	60	59	57	"	Haute Tension
28.559	28.094	27.450	26.232	25.031	23.624	22.236	"	Moyenne Tension
4.096.830	3.982.399	3.879.597	3.750.659	3.608.590	3.452.637	3.288.476	"	Basse Tension
	2007	*2002*	*2001*	*2000*	*1999*	*1998*	*U M*	*DESIGNATION*
	6.061.412	**4.896.620**	**4.707.959**	**4.544.289**	**4.389.132**	**4.238.792**	**Nbre**	**Abonnés : SONELGAZ**
	84	64	63	62	61	60	"	Haute Tension
	38.994	32.553	31.310	30.391	29.552	28.850	"	Moyenne Tension
	6.022.334	4.864.003	4.676.586	4.513.836	4.359.519	4.209.882	"	Basse Tension

[1]-Ibid, p133.

• −UM = Unité de Mesure

3- متوسط الإستهلاك السنوي للمشترك:

عرف متوسط الإستهلاك السنوي للمشتركين تطوراً معتبراً، نظرًا للتطورات التي عرفهـا إسـتهلاك الكهربـاء وإرتفاع عدد المشتركين، حيث إنتقل من *kWh* 1334 في سنة: 1963م إلى: *kWh* 4021 في سنة: 1993م، بينما كان متوسط الإستهلاك لمشترك الشمال أكبر من مشترك شبكة الجنوب[1].

4- تطورات الإستهلاك حسب مستويات التوتر:

شهد الإستهلاك حسب مستويات التوتر تزايدًا مستمرًا، تبعًا للتطورات المعتبرة التي عرفها الإستهلاك وعدد المشتركين، ففي المرحلة (1963-1975) عرفت سيطرة مستوى التوتر المتوسط، يليه التوتر المنخفض، أما عن التوتر العالي فلم يبرز إلا في نهاية هذه المرحلة.

وبتطبيق الدولة سياسة التصنيع والتركيز على الصناعات الثقيلة وأيضًا ظهرت في هذه المرحلـة نتـائج المخطـط الثلاثي والمخطط الرباعي الأول والرباعي الثاني، حيث إنتقلت فئة التوتر العالي إلى المرتبة الثانية من حيث نـصيبها في مجموع الإستهلاك خلال المرحلة (1976 – 1986) ، حيث سجلت أقل قيمة في سنة: 1976م بـــ: 31.5 % وتترك وراءها فئة التوتر المنخفض التي لم يتجاوز نصيبها في أحسن الأحوال 31.64 % والتي سـجلت في سـنة: 1985م[2]. وخلال المرحلة (1987-1993) عرفت فة التوتر المنخفض النصيب الأكبر وأصبحت فئة التوتر المتوسط في المرتبة الثانية، وتراجعت فئة التوتر العالي إلى المرتبة الثالثة، كانت هذه التغيرات ناتجـة عـن المخطـط الـوطني للكهربة *le plan national d'éléctrification* وتراجع الدولة عن سياسة الصناعات الثقيلة[3].

إنتقلت فئة التوتر العالي من : *GWH* 48 في سنة: 1963م إلى *GWH* 3824 في سنة: 1993م فبذلك تضاعف بما يقارب بـــ: 80 مرة أي بمعدل نمو سنوي قدر بـــ: 15.71 %، ووصل إلى *GWH*5236 [4]هذا التطور في الإستهلاك وفي عدد المشتركين سمح لمتوسط الإستهلاك السنوي للمشترك في فئة التوتر، هذا الإنتقال من 24 *GWH* في سنة: 1963م إلى *GWH* 63.73 في سنة: 1993م ويحقق بذلك معدل نمو سنوي قدره: 3.31 %[5]، أما عن فئة التوتر المتوسط تضاعف بـــ: 9.72 مرة أي بمعدل سنوي قدره: 7.88 % مما سمح لإستهلاك هذه الفئة الإنتقال من *GWH* 518 في سنة: 1963م إلى *GWH* 5038 في سنة: 1993م[6]،وإلى *GWH*7084 أما إستهلاك التوتر المنخفض فقد تضاعف بـــ: 15.41 مرة أي بمعدل سنوي قدره: 9.55 %. وحققت هذه الفئة 10657 *GWH* خلال سنة 2002. وحققت فئة التوتر العالي خلال سنة 2006 بـــ *GWH*6.182 ليحقق إرتفاعا سنة 2007 قدر بـــ *GWH*6.543 وهذا بنسبة نموتقدر بـــ 5.8%، أما فئة التوتر المتوسط فهي كذلك حققت نسبة نمو معتبرة تقدر بـــ 3.9 % ، إذ إرتفعت من *GWH* 8.614 إلى *GWH* 8.952 وهذا سنتي 2006 و 2007

---

[1] – بشير بلغيث، مرجع سبق ذكره، ص 130.

[2] – نفس المرجع السابق، ص 132.

[3] – نفس المرجع السابق، ص133.

[4]- Rétrospective 1970-2002, Mines et energie, ONS, Alger, 2005, p135.

[5] – بشير بلغيث، مرجع سبق ذكره، ص 133.

[6]– نفس المرجع، ص134.

على التوالي، أما عن فئة التوتر المنخفض فحققت اكبر نسبة نمو تقدر بـــ 7.3 % إذ إرتفعت من13.817 *GWH* إلى 14.830*GWH* وهذا خلال نفس المدة، أمَّا عن الإستهلاك الإجمالي فحقق نسبة نمو تقدر بـــ 6 % إذ إرتفع من 28613 *GWH* إلى 30.326 *GWH* في نفس الفترة (2006-2007).

ويمكن أن نبين كل هذا، من خلال الجدول التالـــي:

الجدول رقم(1-6): تطور إستهلاك الكهرباء خلال مستويات التوتر **الوحدة:*GWH***

2007	2006	2002	1994	1986	1978	1970	U M	DESIGNATION
30.326	**28.613**	**22.977**	**15.107,6**	**10.223**	**4.377**	**1.507,2**	"	**CONS électr., par SONELGAZ**
6.543	6.182	5.236	3,780.7	3.302	1.436,4	251,7	"	Haute Tension
8.952	8.614	7.084	5.097,0	3.695	1.769,1	760,3	"	Moyenne Tension
14.830	13.817	10.657	6.229,9	3.226	1.171,5	495,2	"	Basse Tension

Source: *Rétrospective 1970-2002, Mines et energie, ONS, Alger, 2005, p135.*

المطلب الثالث : ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية

يعتبر موضوع الترشيد الإقتصادي للطاقة من المواضيع الحساسة، نظرًا لمتطلبات المرحلة التنموية، التي تخوضها البلدان النامية، والتي تستلزم حشد وتضافر الجهود والإمكانات للاستفادة القصوى منها من جهة وتسريع العمليات التنموية من جهة أخرى.

وتبرز هذه المسألة كمهمة وطنية وضرورة ملحة لما لها من تأثيرات على الجوانب المختلفة من الحياة الاقتصادية، سواء بالنسبة للمنتج، أو للمستهلك، أو الإقتصاد الوطني ككل، ويندرج هذا في سباق الجُهد لرفع مستويات الإنتاجية في جميع القطاعات، وتطوير كفاءة الجهاز الاقتصادي في تعبئة وإستغلال الطاقات المادية والبشرية، وفقاً للأساليب العقلانية والعلمية التي تحقق أعلى مردود ممكن من عمليات الإنتاج كمًا وكيفاً[1].

1- مفهوم الترشيد[2]:

الترشيد هو استغلال أقل قدر ممكن من الحاجة الطاقة ويعني أيضا الاستخدام العقلاني للكهرباء وعدم الإسراف أو التبذير في إستخدامها ويعني ذلك الاستغلال الأمثل لهذه الطاقة المهمة.

2- الهدف من الترشيد :

الهدف من الترشيد يتمثل في :

- الابتعاد عن الإسراف المنهي عنه في الاستهلاك لأنها ظاهرة غير مقبولة، بل الاعتدال والاقتصاد في الاستهلاك.
- التوفير في الموارد الاقتصادية من خلال تقليل إنفاق المال لتوفير الأجهزة وتقليل كلف الصيانة للأجهزة والمعدات الكهربائية.

---

[1] – أحمد طرطار، **الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2001، ص 25.

[2]- www.idsc.gov.eg, 2008.

3- أهمية الترشيد:

كما يعلم الجميع أهمية الكهرباء في حياة المجتمعات فالعلاقات كبيرة بين الكهرباء وقطاعات الخدمات الإنسانية وهي من مستلزمات التطور الصناعي والزراعي والتجاري وتطور المجتمعات ويحضى باهتمام معظم دول العالم وذلك للارتباط بالمواضيع التالية :

- ✓ نمو الأعمال الكهربائية بوتائر عالية مما يتطلب توفير إستثمارات عالية لبناء محطات توليد الطاقة الكهربائية.
- ✓ تقليل التلوث البيئي لأن محطات توليد الطاقة البخارية تعتبر أحد مصادر التلوث.
- ✓ الاهتمام بالطاقات الجديدة والمتعددة في توليد الكهرباء وتسخين المياه ومنها طاقة الرياح والطاقة الشمسية سيساهم في تقليل التلوث البيئي.

4- سياسات ترشيد استهلاك طاقة الكهرباء:

قد لا يختلف اثنان على أن عملية ترشيد استهلاك الكهرباء هي قضية اقتصادية بالمقام الأول ووصولا لهذا الهدف لا بد من إنفاق استثماري وترشيد استهلاك الطاقـــة الكهربائية يتطلب وضع البرامج والخطط التنفيذية ومن بينها ما يلي:

- ✓ **السياسة السعرية:** وتتمثل في وضع سياسة سعرية هادفة فالمعروف أنه لما زاد سعر الكهرباء ، حرص المستهلكون على خفض إستهلاكها ولو إقتضى ذلك إستبدال الأجهزة ذات الإستهلاك الكبير بأخرى أكفأ منها.
- ✓ **التوعية:** وذلك من خلال حملات إعلامية تشارك جميع الأجهزة السياسية والاقتصادية والاجتماعية مع توفير البيانات والإرشادات اللازمة بل يمكن تدريس وسائل الترشيد في المدارس.
- ✓ **البحوث والتطوير:** وهذا يستلزم دورا فعالاً من الدولة لتوجيه مراكز البحوث مع توفير كافة الإمكانيات المادية والبشرية اللازمة للقيام بالدراسات والبحوث اللازمة لتطوير أساليب مبتكرة وتحسين الأساليب القائمة.
- ✓ تحسين كفاءة أداء المنظومة الكهربائية بمراحلها " الإنتاج، النقل والتوزيع ".

5- شعارات الترشيد في الكهرباء :

من أهم شعارات الترشيد نذكر منها :

- ترشيد الكهرباء ... توفير للموارد الاقتصادية.
- الترشيد هو الاستخدام الأمثل والعقلاني للكهرباء بعيدا عن الإسراف والتبذير.
- ترشيد استهلاك الكهرباء يقلل من قائمة أجور الكهرباء.
- الاقتصاد في استهلاك الكهرباء دليل وعي اهتمام.
- إطفاء مصباح واحد من كل بيت يوفر طاقة كهربائية كبيرة تكفي لتغذية محافظة كاملة.
- استفد من ضوء النهار في إضاءة مترلك ومكتبك.
- أكثر الدول تقدم أكثرها ترشيدا للكهرباء.
- ترشيد استهلاك الكهرباء يساهم في تقليل التلوث البيئي.
- ترشيد استهلاك الكهرباء في توفير الكهرباء لك وللآخرين.

- ترشيد استهلاك الكهرباء ظاهرة حضارية.
- ترشيد استهلاك الكهرباء سلوك جد مطلوب من كل أفراد الأسرة.
- أطفئ الإنارة والأجهزة الكهربائية الأخرى عند مغادرتك لمكان ما.
- العزل الحراري للأبنية يوفر طاقة كهربائية كبيرة.
- التجاوز على الشبكة الكهربائية ... يحرم الآخرين من نعمة الكهرباء.

كل هذه الشعارات التي سبق ذكرها، أكدت عليها المؤسسة بطرق مختلفة ومن أهم المحاور "الشعارات" التي كانت أكثر اهتماما وإصرار من طرف المؤسسة شعار " مصباح أقل ، ضوء للجميع ".

هذه الحالة ناتجة عن قدرة إنتاج غير كافية خصوصا في منطقة الشرق، وحسب التنبؤات فإنها ستزداد صعوبة في أشهر الصيف والشتاء.

وعليه فان مجهودات لاقتصاد الطاقة باتت ضرورية خصوصا في الفترة بين (18:00 و 22:00) ، هذه المجهودات سوف تسمح لسونلغاز بتخفيض الضغط عليها وللزبائن بالاستفادة من الراحة التي تمدها لهم الكهرباء.

وبالنسبة إلى سونلغاز يجب عليها أن تشرح وبدون غموض للمستهلكين ، أن الطاقة ثمينة ومهمة على العكس بعض المنتوجات كذلك فان هذه الطاقة غير قابلة للتخزين ولتلبية الطلب خصوصا بين (18:00 و 22:00) ، يجب استعمال هذه الطاقة بمهارة ونباهة.

5-1 الاتصال من أجل توقع قيمة الاستهلاك :

عملية الإتصال عند سونلغاز هدفها توقع الاستهلاك في فترتي الصيف والشتاء 2003- 2004 ، في الساعات الممتدة من (18:00 — 22:00) وعليه فان سونلغاز تطلب من زبائنها العقلانية في استعمال الطاقة حيث أنه كلما كان : إستهلاك مفيد ⇐ التوازن بين العرض والطلب وتجنب الضغط.

إضافة إلى ذلك توعية المستهلكين إلى عدم التبذير وذلك بتغيير عاداتهم السيئة في استعمال الكهرباء ، وتهدف عملية الاتصال إلى فتح العلاقات بين سونلغاز والزبائن لجعل الاستهلاك عقلاني، حيث لم تجد المؤسسة إلا هذه العملية "الاتصال" لتخفيف الضغط في الفترات الأكثر استعمالا للكهرباء.

هذا الضغط العالي يتجنب إذا كان هناك شريحة كبيرة من المواطنين الواعيين للقيود المفروضة على شبكة الكهرباء ومستعدين إلى إنقاص استهلاكهم الزائد عن حاجتهم وبذلك يتفادون الانقطاع المتكرر لخيوط الكهرباء والذي سيؤثر عليهم سلبا.

5-2 أعمال إستراتيجية :

إستراتيجية المؤسسة مبينة على فائدة مضاعفة على مستوى الفرد وعلى ومستوى الجماعة

☜ الفائدة الفردية : تجنب التبذير في الكهرباء وإنقاص من الفواتير.

☜ الفائدة الجماعية : المساهمة في إنجاح عملية الاستهلاك وذلك بالحصول على ايجابيات الطاقة الكهربائية.

للوصول إلى هذه الغاية ، فالخطاب موجه يجب أن يكون عملي ، بيداغوجي ونابع من الواقع وإبراز كيف أن عملية بسيطة متمثلة في إطفاء مصباح واحد تؤدي إلى :

- ❖ خفض فاتورة المستهلك.
- ❖ خف الضغط خصوصا في الفترات الحرجة.
- ❖ تهدئـــة الخطوط الكهربائية.

إذا جميـــع قطاعات المجتمع "المؤسسات، قطاعات الدولـــة، وخصوصا العائلات المستهلكـــة الأولى" مدعـــوة للقيام بالعملية.

أ- تجربة : نضمت سونلغاز مع التلفزيون الوطني عرض عملي يتمثل في الإعلان على المباشر، القدرة الإجمالية للكهرباء وطلب من كل المشاهدين إغلاق مصباح واحد ، الكل تابع ولاحظ مباشرة اثر هذه العملية على القدرة الإجمالية للكهرباء وكيف أن عمل بسيط كهذا زاد من هذه القدرة ،هذه العملية تمت في 29 نوفمبر 2003 على الساعة التاسعة بواسطة التلفزيون الجزائري، هذا النداء الذي قدمته سونلغاز كان موجها إلى:

- ✖ الصناعيين لتقليل الكهرباء.
- ✖ الصناعيين الكبار وذلك بتحديد الاستهلاك خصوصا في الفترات الحرجة.
- ✖ العائلات وذلك بواسطة الاستهلاك المفيد والعقلاني والذي سيؤدي إلى إنقاص فاتورتهم (عدم الإسراف في الإنارة والغاز ووسائل التدفئة).
- ✖ الإداريين والدوائر والبلديات وذلك بإغلاق وسائل الإنارة والتدفئة عند تركهم لمكاتبهم والاستعمال العقلاني لها.

ب- بعد التجربة : بعد حصة التلفزيون، وصلت سونلغاز إلى تحسيس الخمس ملايين مشترك عن طريق كل وسائل الإعلام وذلك بذكر المزايا الفردية والجماعية المتحصل عليها في حالة عقلنه الاستهلاك الكهربائي.

الأشكال التي اتخذها هذا الشعار " مصباح أقل، ضوء للجميع "

- أسلوب " لا للتخزين " للطاقة الكهربائية.
- جعل المستهلك والزبون يرى الجهد الكبير الذي تبذله سونلغاز لكي ينعم هو بالكهرباء.
- جعل الزبون يستهلك أفضل.
- جعل الزبون يحس بالمسؤولية الوطنية.

6- الوسائل التي تساعد على تخفيض قيمة فاتورة الكهرباء:

من أهم الأسباب التي تؤدي إلى زيادة الاستهلاك وإرتفاع قيمة الفاتورة استخدام المكيفات خلال أشهر الصيف حيث أنها تسهلك أكبر نسبة من الاستهلاك العام ولكن بإمكان المواطنين تقليل قيمة الفاتورة بشرط تعاون جميع أفراد الأسرة.

وسائل خفض قيمة الفاتورة هي:

- تنظيف مرشح الهواء (الفاتر) مرة واحدة كل أسبوعين لرفع كفاءة التبريد.
- إغلاق النوافذ والأبواب أثناء تشغيل المكيفات وسد جميع الفتحات حول المكيفات لتقليل ساعات التشغيل.
- تركيب الستائر والزجاج لتقليل انتقال حرارة الشمس للداخل.

– الحِرص على شراء أجهزة التكييف الجديدة ذات معامل كفاءة عالية مما يؤدي إلى خفض إستهلاك الكهرباء.
– بالإضافة إلى أجهزة التكييف فإنه يمكن الحرص على شراء أجهزة الإنارة الموفرة للطاقة وإستخدام العاكس الضوئي والدهانات ذات الألوان الفاتحة لأن هذا يساعد في انعكاس الضوء والحصول على إضاءة جيدة بأقل عدد من المصابيح.
– العمل على إطفاء ساخنات المياه الكهربائية خلال أشهر الصيف وضبط درجته خلال أشهر الشتاء.

والسؤال الذي يستوجب طرحه:

إذا كان المستهلك يدفع قيمة الفاتورة فلماذا يطالبونه بترشيد استهلاكه منها ؟

إن الزيادة الغير مبررَة في الإستهلاك، قد تؤثر في موثوقية الشبكة لأن قطاع الكهرباء يضع خطة لمواجهة الزيادة المتوقعة سنويا بناءا على معلومات ومؤشرات واضحة مثل زيادة السكان والتطور الاقتصادي والصناعي للدولة، ولكن قد يفاجئ بالزيادات بسبب الإسراف في الاستهلاك لبعض المشتركين، بحيث أن الدولة لا تدعوا المواطنين إلى التقليل في الاستهلاك بل تمتع دون إسراف ولا تبذير بإتباع الإجراءات البسيطة التي يضمنها دليل المستهلك لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية الذي يتم توزيعه مجانا مع التذكير للجميع أن الإسراف قد يحرم غيرنا من هذه النعمة ويتسبب ربما في عدم استقرار الشبكة.

الشعار الذي رفعته مؤسسة سونلغاز للإجابة على هذا السؤال هو: " **إستهلاكاً أمثل، إنتاجاً أمثل** ":

إن الإهتمام المتزايد لمحاولة التحكم في الطلب على الكهرباء، أدى إلى بذل مجهودات جبارة سنة 2004، من طرف شركة سونلغاز من أجل تحسيس زبائنها بعقلانية استهلاكهم للكهرباء رغم دفعهم لثمن الفاتورة، وذلك بالتعاون مع الوكالة الوطنية لترقية وعقلنه واستعمال الطاقة حيث تم:

– القيام بحملات تحسيسية في فترات منتظمة في الصيف والشتاء فترات الاستهلاك الأكثر للطاقة ، الحملة الأولى كانت في صيف 2004، تم نشرها على نطاق واسع من خلال التلفزة والإذاعة الوطنيين، والحملة الثانية مشابهة للأولى تم القيام بها في الشتاء لمدة 3 أشهر.
– تنظيم يوم دراسي تقني حول الاستهلاك للطاقة في قطاع الاسمنت، هذا اللقاء كان هدفه الأساسي توعية متعاملين شركات الاسمنت، ثالث مستهلك للكهرباء، بعد العائلات وقطاع المحروقات، من أجل ترشيد استهلاكهم للطاقة / ومن الحلول المقترحة جراء هذا الملتقى هي:

- ✓ تخفيض إستهلاك الكهرباء لمصانع الاسمنت، على مختلف الساعات المحددة، قدر الإمكان بين (18:00 و 22:00) التي تكون فيها تسعيرة الطاقة 11 مرة أعلى من التسعيرة المطبقة في ساعات العمل، ويتم تخفيض الاستهلاك للطاقة في الساعات المحددة بإنشاء بطاريات.
- ✓ تجمعات وطنية منظمة على مستوى مناطق التوزيع، مع الزبائن من قطاع الخدمات، من أجل توعيتهم بتخفيض إستهلاك الطاقة النشطة خلال الساعات المحددة، وتوليد الطاقات المجددة.

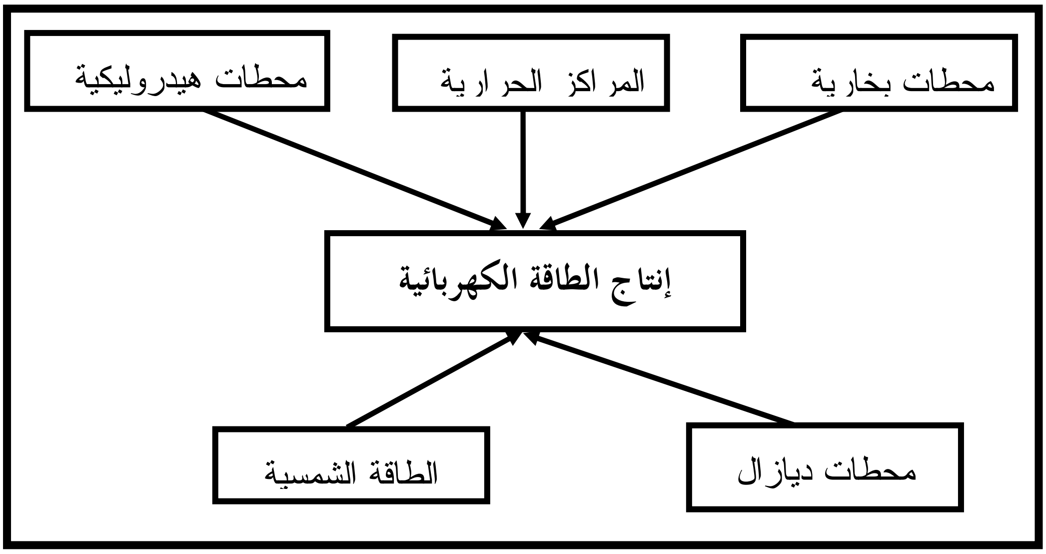
الهدف من هذه العملية، هو تخفيض حوالي 300 *MW* ولقد تم تسجيل نتائج مرضية سنة 2004، على مستوى جميع النواحي خاصة كل من بشار وعنابة، حيث أن الإحصائيات أعطت أن كل 64 زبون يقوم بتخفيض استهلاكهم للطاقة النشطة خلال الساعات المحددة أدى إلى توفير 2.69 *MW*.

المبحث الثالث: إستعمالات وتطور قطاع الكهرباء في الجزائر

المطلب الأول: تطور إنتاج الكهرباء في الجزائر

تتكون شبكة إنتاج الطاقة الكهربائية حسب نوع المنتج ما يبينه الشكل التالي :

الشكل رقم (1-6):شبكة إنتاج الطاقة الكهربائية حسب نوع المنتج.



Source *:Revue trimestrielle du groupe Sonelgaz N° 4 Janvier 2006,P05.*

تساهم المراكز الحرارية حوالي90% من إجمالي إنتاج الكهرباء المشكل من الغاز الطبيعي.

كما يتم تطوير إنتاج الكهرباء باستغلال الطاقة الشمسية لإيصال الكهرباء للقرى الصحراوية، وقد وصل عدد البيوت الموصلة بالكهرباء 906 بيت في 2004.

1- إنتاج الكهرباء:

عرف نظام إنتاج، نقل وتوزيع الكهرباء في الجزائر منذ الإستقلال تغيرات معتبرة في جانب المستوى وجانب البنية، فبالنسبة للإنتاج تضاعفت القدرة المقامة بأكثر من ثلاث مرات وبعد متابعة هذا التطور نجد أنه عرف ثلاثة مراحل أساسية متسايرة مع مراحل التنمية الاقتصادية و الاجتماعية التي عرفتها الجزائر[1]: مرحلة شبة ركود عرفتها حظيرة الإنتاج تطور القرة المقامة إلا بحوالي 1.54 % نظرا لضعف النشاط الاقتصادي[2] ، وهذا خلال السنوات (1963-1971)، ثم مرحلة النمو فلقد تطورت القدرة المقامة بحوالي 20.1% لتنتقل من 652 *MW* إلى 3398 *MW* أهم ما أقيم في هذه المرحلة كان يتعلق أولا بمحطات توربينات الغاز التي تضاعف بحوالي 22 مرة ثم بالمحطات البخارية التي تضاعفت بحوالي 6 مرات[3] ، وكانت خلال السنوات (1972- 1986)، ثم مرحلـــة متابعة النمـــو

[1]- Sonelgaz, Etude de devloppement du réseaux H.T, de la région est (1986-1995), Alger, 1986.
[2]- Sonelgaz, Schéma directeur à moyen terme, Electricité 1987-1996 ; Réseaux de transport, Alger, 1988.
[3]- Sonelgaz, production et transport de l’électricité (schéma directeur 2000-2015) , Alger ,1983.

وإستمرت القدرة المقامة بالزيادة لكن بأقل وتيرة نظرا لمستوى الكهربة الذي بلغته الجزائر بالإضافة إلى فوائد تطوير ترابط الشبكات، التي تضمن الإتصال و الترابط المستمر بين محطات الإنتاج ومراكز الإستهلاك، مما سمح بتجنيد كل محطات الإنتاج لتلبية الطلب، بالإضافة إلى تحسين نوعية الخدمة والتقليل من تكلفة الإستغلال فتطوير الترابـــط يخفف من ضرورة وجود الاحتياطات في أجزاء الشبكة لتصبح كإحتياطي للشبكة بأكملها مما يقلل اللجوء إلى إقامة محطات جديدة[1].

وتغيرت حظيرة الإنتاج لصالح المحطات الحرارية على حساب المحطات الكهرومائية، كما تدعمت شبكة النقل والتوزيع لتتساير مع تطورات حظيرة الإنتاج حتى تسمح بإمكانية نقل وتوزيع كميات متزايدة من الطاقة الكهربائية، إستجابة لتطوير القطاعات الإقتصادية المختلفة والرفع من قدراتها الإنتاجية وإمكانية تنويع نشاطاتها وتوفير الكهرباء للمزيد من كان المدن والأرياف لرفع مستوى المعيشة[2].

عرف إنتاج الكهرباء تطورا موازيا تقريبا بتطور الإستهلاك، حيث إنتقل الإنتاج من *GWH*1691.4 سنة 1970 إلى *GWH* 15.451، أي بمعدل سنوي يصل تقريبًا إلى 12 %، ووصل إلى *GWH*36.936 خلال سنة 2007.

وعلى مستوى الشبكات المنعزلة للجنوب، إرتفع الإنتاج بوتيرة سريعة من جراء تكثيف التنمية على السطح.

ويتميز الإنتاج بمصدره الحراري أساسًا (أكثر من 96%)، إذ تقوم المحطات الحرارية البخارية والعنفات الخازية بـــ: *MW* 1943 و *MW*1902 على التوالي، ينما كان هذا النمط من الوسائل لا يغطي سنة 1970 إلا نحو 64 % مع 3.5% فقط بالنسبة للعنفات الغازية، وطاقة جاهزة قدرها *MW*288 للمحطات البخارية و 56 *MW* للعنفات الغازية أما باقي الإنتاج فهو يتوزع بين المحطات المائية ذات الإمكانيات المحدودة أي *MW* 285 إنتاج يتراوح بين 300 و *GWH* 600 وبين محطات ديزل المخصصة لمناطق الجنوب المنعزلة غير المزودة بالغاز الطبيعي.

الجدول رقم(1-7): تطور إنتاج الكهرباء في الجزائر **الوحدة: *GWH***

DESIGNATION	*1970*	*1971*	*1972*	*1973*	*1974*	*1975*	*1976*
Production SONELGAZ	**1.691,4**	**1.897**	**2.014,8**	**2.371,5**	**2.620,9**	**3.132,9**	**3.720,2**
DESIGNATION	*1977*	*1978*	*1979*	*1980*	*1981*	*1982*	*1983*
Production SONELGAZ	**4.135,7**	**4.791**	**5.480,5**	**6.219,9**	**7.140,8**	**8.142,4**	**9.106**
DESIGNATION	*1984*	*1985*	*1986*	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*
Production SONELGAZ	**10.016**	**11.220**	**11.981**	**12.799,1**	**14.090,9**	**14.598,6**	**15.451**
DESIGNATION	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*
Production SONELGAZ	**16.750,4**	**17.676,5**	**18.937,5**	**19.488,2**	**19.361,3**	**20.215,7**	**20.982,2**
DESIGNATION	*1998*	*1999*	*2000*	*2001*	*2002*	2006	2007
Production SONELGAZ	**22.816,0**	**24.419,3**	**25.008**	**26.256**	**27.403**	**34.922**	**36.936**

Source: *Rétrospective 1970-2002, Mines et energie, ONS, Alger, 2005, p135.*

[1] – بشير بلغيث، مرجع سبق ذكره، ص 103.

[2]- Sonelgaz, 2000, Une image prospective; Alger, 1985.

2- النقل والتوزيع:

غداة الإستقلال، كانت شبكة النقل الكبير والترابط تتكون أساساً من خط يصل الشرق بالغرب، ويربط بين المراكز الكبرى للإنتاج والإستهلاك، في شمال الجزائر بواسطة خط 150 *kv* (كيلو فولط).

أدى التطور السريع في الإنتاج والإستهلاك، إعتبارا من سنة 1970 إلى إنشاء نقاط عبور هامة بحيث أستبدل معظم خطوط الترابط شبكة 150 *kv* الموجودة سنة 1976 (أي حوالي 2000كلم من الخطوط و8 مراكز) بخطوط *kv*220، أما خطوط *kv*60 المتبقية فهي حاليا تضمن أساسا التوزيع الجهوي نحو شبكات التوزيع وللزبائن الصناعيين الرئيسيين، ولقد تم وضع حوالي 700كلم من الخطوط خلال 20 سنة، مما يبرز الجهد الذي بذل من أجل تجهيز شبكة النقل التي بعد أن كان طولها 3615 كلم سنة 1970، أصبح 10954 كلم سنة 1990.

إن شبكة النقل والترابط البالغ طولها 5000 كلم سنة 1990، والمجهزة بـــ: 34 مركزا للتوتر العالي فئات: 60 *KV* التي تمثل حوالي: 45 % وفئة: *KV*90 بحوالي: 3.7 % وفئة: 220 *KV* حوالي: 50.7 % هذه الفئة التي جاءت في سنة: 1976م لتعوض فئة: 150 *KV* التي أصبحت لا تمثل حاليا سوى: 0.6 % بينما تمثل شبكات التوزيع خطوط التوتر المتوسط (*KV*5.5 ، 10 *KV* ، 30 *KV*) وخطوط التوتر المنخفض (220 *KV* و 380 *KV*)[1]. أما خطوط التوتر المنخفض فقد سجلت تطورًا لم تعرفه تطور الفئات الأخرى، حيث تضاعفت بأكثر من 11 مرة وكانت العشرية الأخيرة أكثر المراحل تطورا، فخلالها إنتقل طول هذه الفئات من: 21800 *KM* إلى 72530 *KM*، وسيشرع في دراسات بغرض تحديد فترة إدخال أعلى مستوى من التوتر، والتي تـــهدف إلى بـــلوغ نسبـــة كهربة (*le taux d'électrification*) تغطي نسبة: 95 % على مستوى كل ولاية، فهو يعتبر من حيث المضمون برنامجا ذو طابع إجتماعي يهدف إلى تقليص الفوارق الجهوية وضمان حد أدنى من الرفاهية لسكان الريف[2] التي أصبحت ضرورية نتيجة التزايد السريع للطلب الناتج عن سياسة التصنيع وتطبيق المخطط الوطني للكهربة (*le plan national d'électrification*) وتجدر الإشارة إلى أن توسع شبكة التوتر المنخفض وجزء كبير من شبكة التوتر المتوسط هو نتيجة مباشرة لتطبيق برنامج المخطط الوطني للكهربة.

أما عن التوزيع فمازالت هناك إحتياجات كبرى في مجال التوصيل، ينبغي تلبيتها كما هو الشأن في السابق وهي في تزايد مستمر، هكذا تبقى القدرة على تلبية هذا الطلب مرهونة لفترة طويلة، باقدرة على رفع القيود الرئيسية: التمويل، إمكانيات ووسائل الإنجاز والتحكم في المشاريع.

وكان تطور مختلف خطوط التوتر كما يوضحه الجدول التالي:

---

[1]- Sonelgaz, Plan national d'électrification, Alger, 1977.

[2]- سونلغاز، **الخطة الوطني للكهربة في مرحلتها النهائية**، مجلة كوميلاك (ص12-23).

الجدول رقم (1-8): تطور شبكات النقل والتوزيع بــ: *KM*

السنوات	1962	1972	1982	1992
خطوط التوتر العالي	2906	3853	6327	11109
خطوط التوتر المتوسط	14542	15906	30970	64546
خطوط التوتر المنخفض	6396	9004	21800	72530
المجموع	23844	28763	59097	148185

وفي الجزائر، يمكن أن نميز بين الجنوب الذي تتواجد به حوالي 26 شبكة منفصلة، يتم تغذيتها بمحطات توليد محلية أغلبها من مولد الديزل وعدد من التوربينات الغازية في المراكز ذات الأحمال العالية، أما الشمال فموجود في إطار شبكة ترابط داخلية بالإضافة إلى إتصال مع تونس والمغرب[1].

وكان من شأن تطوير الشبكات الجزائرية – التونسية – المغربية أن تحققت بعض الفوائد، التي من بينها: تخفيض الإحتياطي الدوار، برمجة المبادلات، تنسيق برامج الصيانة، النجدة الفورية[2].

فبفضل هذا الترابط تتم عملية تصدير وإستيراد الطاقة الكهربائية، وفي الجدول التالي يمكن أن نلقي نظرة على المبادلات الجزائرية مع كل من تونس والمغرب من سنة: 1988م إلى 2007م.

الجدول رقم (1-9): تطور مبادلات الجزائر من الطاقة الكهربائية مع تونس والمغرب الوحدة: *GWH*

السنوات	1988	1989	1990	1991	1992	1993	2006	2007
تصدير إلى تونس	155.80	142.40	125.60	143.90	120.70	287.00	141.00	122.00
إستيراد من تونس	141.40	114.30	132.80	122.90	125.10	72.40	135.00	130.00
تصدير إلى المغرب	69.10	117.40	177.50	653.60	939.90	1037.30	159.00	152.00
إستيراد من المغرب	49.40	86.60	72.00	11.90	7.80	10.60	136.00	125.00
مجموع الصادرات إلى البلدين	184.90	259.80	303.10	797.50	1060.60	1324.30	300.00	273.00
مجموع الواردات إلى البلدين	190.80	200.90	204.80	134.80	132.90	83.00	271.00	254.00

وعند دراسة مبادلات الطاقة الكهربائية تؤخذ كما تأتي في الميزان الوطني للطاقة الكهربائية (قيمة الصادرات بإشارة سالبة وقيمة الواردات بإشارة موجبة) لمعرفة ما يدخل من طاقة كهربائية إلى السوق الوطنية وعند متابعة المبادلات الجزائرية مع تونس والمغرب نجد أن هناك خروجاً متزايد للطاقة الكهربائية من السوق الوطني خاصة بعد سنة: 1991م أي أن الصادرات أكبر مـــن الواردات وهي ناجمة أساساً على المبادلات مع المغرب بينما مـــع تونس

---

[1] – الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، **الربط الكهربائي بين الدول العربية**، مؤتمر الطاقة العربي الخامس، القاهرة، ماي 1994.

[2] – بغيث بشير، مرجع سبق ذكره، ص117.

الفارق كان دائمًا بسيطًا ما عدى في سنة: 1993م ، حيث كان معتبرًا لصالح الصادرات. كما نلاحظ من خلال الجدول أعلاه، أن مجموع الصادرات للبلدين تناقصت، حيث كانت في سنة 2006 تقدر بــ: *GWH* 300.00 وأصبحت بــ: *GWH*273.00 خلال سنة 2007، أي بنسبة نمو تقدر بــ: 8.8- %، كذلك الأمر بالنسبة إلى مجموع الواردات للبلدين، حيث تناقصت من *GWH* 271.00 إلى *GWH* 254.00 خلال 2006 و 2007 على التوالي، أي بنسبة نمو تقدر بــ: 6.2- %[1].

3- المنتجون[2] :

تتكفل الشركة الوطنية للكهرباء والغاز سُونلغاز بأكثر من 97 % من الإنتاج الوطني للكهرباء بينما الباقي يتكفل به منتجون ذاتيون عمُوميون يستهلكون كل إنتاجهم الذاتي.

أنشئت مؤسسة سونلغاز بموجب مرسوم 59- 69 الصادر في 28 جويلية 1969م آخذت مكان المؤسسة العمومية كهرباء وغاز الجزائر *Electricité et Gaz D'Algerie* التي هي الأخرى أنشأت في سنة: 1948م بعد تأميم الكهرباء والغاز، ومن نشاطات مؤسسة سونلغاز:

- إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء وكهربة البلاد
- نقل وتوزيع وتعميم إستعمال الغاز للإستهلاك الوطني

إن أهم المنتجين الذاتيين هي مؤسسات تنتمي إلى أحد القطاعات التالية:

- المحروقات
- الكيمياء، المطاط والمواد البلاستيكية
- الصناعات المعدنية، الحديدية، الميكانيكية والكهربائية *(I ,S,M,M,E)*
- الصناعات الغذائية: التبغ والكبريت
- المناجم والمحاجر
- السيليلوز والورق

فمن حيث القدرة نجد قطاع المحروقات بأكبر نصيب يليه قطاع الكيمياء، المطاط، المواد البلاستيكية ثم قطاع *(I ,S,M,M,E)* أمَّا من حيث إنتاج الطاقة نجد قطاع الكيمياء والمواد البلاستيكية مطاط يليه قطاع *(I ,S,M,M,E)* ثم يأتي قطاع المحروقات ويرجع طبعا هذا الإختلاف في الترتيب إلى فترة الإستعمال الكبيرة عند قِطاعي الكيمياء المطاط و *(I ,S,M,M,E)* والمحدودة في قِطاع المحرُوقات[3].

1- Sonelgaz,Statistiques Globales sur les Réalisations en production et consommation, Flash Annuel, 2007, p8.

2 – بلغيث بشير، مرجع سبق ذكره، ص118.

3 – نفس الرجع.

المطلب الثاني: الطلب على الطاقة الكهربائية في الجزائر

يتميز منتوج الكهرباء عن باقي المنتوجات في الكثير من الجوانب، فهو منتوج غير قابل للتخزين والطلب عليه جد متغير مع الزمن، لذى لا بد من دراسة دالة الطلب على الكهرباء والخصائص المميزة للطلب عليه.

1- دالة الطلب على الكهرباء:

لعل السؤال الذي يطرح منذ البداية: لماذا نهتم بتقدير دالة الطلب على الكهرباء؟ يوجد هناك عدد من الأسباب نوردها فيما يلي[1]:

- يحتاج التخطيط لإقامة محطة توليد كهرباء فضلاً عن تنفيذها إلى وقت طويل يمتد بين: 3 إلى 10 سنوات ، ولتوفير الكميات المطلوبة من الكهرباء في وقتها المحدد يتعين التنبؤ بالطلب على الكهرباء في وقت مبكر حتى يمكن إقامة المحطات ذات الحجم الملائم والتي تمدنا بالكميات اللازمة من الكهرباء.
  وتستخدم عادة دوال الطلب المقدرة للكهرباء في عمليات التنبؤ.
- يؤدي إقامة محطات توليد كهرباء دون الإستعانة بتنبؤات دوال الطلب إمَّا إلى وجود قصور في عرض الكهرباء أو إلى وجود طاقة عاطلة في محطات توليد الكهرباء ولكل من هذين العاملين آثار إقتصادية خطيرة.

2- الخصائص المميزة للطلب على الكهرباء:

يوجد هناك عدد من الخصائص التي تميز الطلب على الكهرباء من غيره من السلع والخدمات[2]:

- على خلاف السلع الإستهلاكية لا يعتبر الطلب على الكهرباء طلبا مباشرا وإنما طلبا مشتقا، فالكهرباء لا تستهلك مباشرة مثل بعض السلع الأخرى، وإنما تطلب لتستخدم في تشغيل سلع وأجهزة أخرى، ومن ثم فإن الطلب عليها مشتق من الطلب على السلع والأجهزة التي تستخدم من خلالها.
- تستخدم الكهرباء في تشغيل سلع وأجهزة معمرة قد تستمر في بعض الحالات لمدة عشرين عاماً أو أكثر، ولذا فإن مخزون السلع المعمرة المستخدمة للكهرباء قد يكون ثابتا في الأجل القصير، ومن ثم فإن التغير في الكمية المطلوبة من الكهرباء في الأجل القصير يرجع لتغير معدل إستخدام هذا المخزون الثابت من الأجهزة، فإرتفاع السعر الحقيقي للكهرباء قد يترتب عليه تقليل عدد ساعات تشغيل المكيف الكهربائي يوميا، أما في الأجل الطويل فإن الطلب على الكهرباء يتغير مع تغير مخزون الأجهزة والسلع المستخدمة للكهرباء، ولذا فإنه من المتوقع أن تكون مرونة الطلب على الكهرباء في الأجل الطويل أكبر منها في الأجل القصير.
- يتغير سعر الكهرباء مع تغير الشريحة التي يستهلك فيه الفرد للكهرباء.

كما تجدر الإشارة أن هذا البرنامج يهدف إلى إنتاج 1.2 مليون م^3 في اليوم في غضون 2009[3].والشكل البياني التالي يبين نمو وآفاق الطلب على الكهرباء خلال الفترة: 1990 – 2009 :

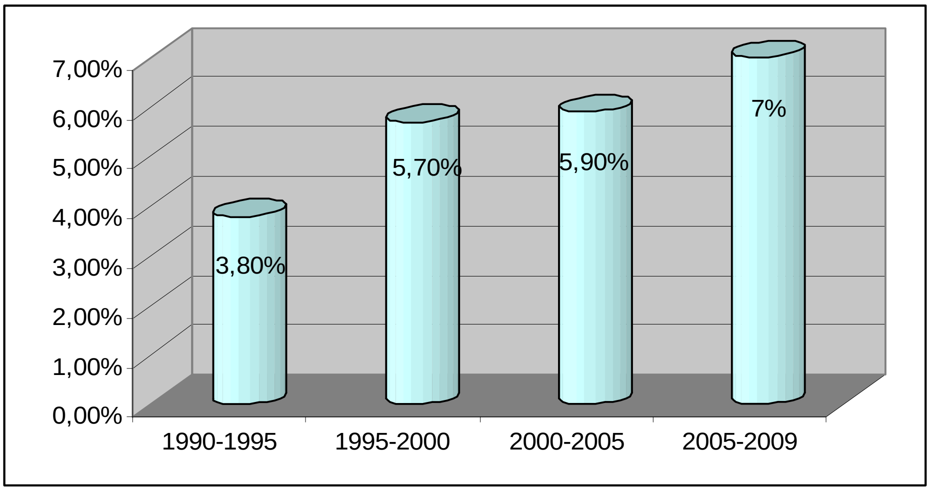
---

[1] – عبد القادر محمد عبد القادر عطية، **الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق**، الدار الجامعية ، مصر، 2000، ص733 .

[2] – نفس المرجع، ص734 .

[3] - القانون رقم 02-01 مؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 الموافق 5 فبراير سنة 2002، يتعلق بالكهرباء و توزيع الغاز بواسطة القنوات.

الشكل رقم (1-7):نمو وآفاق الطلب على الكهرباء للفترة 1990-2009.



***Source** :revue trimestrielle du Groupe Sonelgaz « dalil » -2005.*

تقدر شركة " سونلغاز" أن يرتفع الطلب على الطاقة الكهربائية بنمو قدره 7% بطاقة إنتاجية لسنة 2009 بـــ: 43 ألف جيغاوات- ساعة، لسبب وجود مشاريع تنموية منها مركبات تحليه مياه البحر وإنشاء قطارات تستعمل الطاقة الكهربائية....، أما لعدد المشتركين لأفاق 2005-2009 فيقدر بـــ: 1250 ألف مشترك[1].

3- العوامل المؤثرة في الطلب على الطاقة الكهربائية:

إن العوامل التي تظهر تأثيرًا على الكهرباء هي[2] : الحركة الديموغرافية، أي أن التمركـــز في المـــدن والمنـــاطق الحضرية يزيد من إحتياجات الطاقة الكهربائية، ومن خلاله برزت وظهرت أهمية القطاع المترلي وقطاع الخـــدمات أكثر فأكثر أمام قطاع الصناعة الذي ظل لفترة طويلة هو المستهلك الكبير للكهرباء. إذن الحركة الدموغرافية تؤثر في الطب عى الكهرباء، إضافة إلى تطور النشاط الإقتصادي يبين التطور الإقتصادي على الصناعات ذات القيمـــة المضافة العالية وعلى القطاع الثالث خاصة، يتميز هذا التطور بالخصوص بإنتاجية متزايدة مما يزيـــد في إســـتهلاك الكهرباء، و الإهتمام بالبيئة تلعب الكهرباء دورا هاما ونشيطا داخل قطاع الطاقة في مجال محاربة تدهور المحـــيط والبيئة لا تستطيع أن تلعبه أية طاقة أخرى. وأخيرا التقدم التكنولوجي، اذي يؤثر مباشرة في الطلب عى الكهرباء، وذلك بزيادة كمية الأجهزة المستعملة، فيزيد إستهلاك الكهرباء، أيضا يؤثر داخل النظام الكهربائي على مستوى الإنتاج، النقل والتوزيع بتحسين الإستغلال والإنتاجية مما يحسن من مستوى منافسة الكهرباء مع بقيـــة أشـــكال الطاقـــة[3].

[1]-http:// www.sonelgaz.dz، 2007.

[2]- Boiteux M.M., **l'Energie électrique facteur de progrés économique et social**, Revue Générale de l'Elétricité – numéro spécial – Mai 1971, p 29.

[3] – بلغيث بشير، مرجع سبق ذكره، ص30.

4- تغير الطلب على الكهرباء:

إن الطلب على الكهرباء يتميز بتغيره الشديد مع الزمن وبتركزه خلال ساعات، أيام أو فترات معينة من السنة. فالطلب على القدرة على المستوى الوطني في لحظة زمنية معينة هو مجموع القدرات المطلوبة من قبل عدد كبير من المستهلكين ذوي صفات مختلفة للغاية:

- صناعات ذات تشغيل مستمر لها إحتياجات ثابتة تقريبا في الليل والنهار على مدار السنة.
- صناعيون، حرفيون وتجار لهم نشاطاتهم وبالتالي إحتياجاتهم على الكهرباء متغيرة حسب الأيام وحسب الساعات.
- مستهلكون يستعملون التدفئة الكهربائية (أو التكييف) إحتياجاتهم تكون عظمى خلال الأيام الباردة إذا كان الغرض التدفئة وتكون عظمى خلال أيام الحر إذا تعلق الأمر بالتبريد.
- الإضاءة العمومية تشغل في الليل فقط وعلى طوال السنة.
- أصحاب الأجهزة السمعية البصرية والكهرومنزلية، يشغلونها حسب حضورهم ورغباتهم .

فرغم تنوع وإختلاف تصرفات المستهلكين تظهر تعديلات إحصائية للعوامل العشوائية المتولدة عن ظاهرة لها نتائج تقنية وإقتصادية هامة نسميها الكهربائيون فيض القدرة *(Foisonnement des puissances)* بحيث تكون القدرة العظمى المطلوبة على المستوى الوطني أقل من مجموع القدرات العظمى المطلوبة من قبل كل مستهلك[1].

رغم هذه التعديلات المناسبة يبقى هناك وجود تغير نامي للقدرات المطلوبة قائما على مدى السنة إلى جانب تقلبات عشوائية غير مهملة[2].

---

[1]- Turvey R, , Anderson D, **l'Economie de l'électricité** , Economica, paris , 1977.

[2]- H.Persoz, G.Santucci, Lemoine J.c., Sapet P, **la planification de réseux électrique**, Paris, Eyrolles, 1984

المطلب الثالث: إستعمالات وتحولات قطاع الكهرباء في الجزائر

1- إستعمالات الكهرباء:

الكهرباء تنتج عن طريق مراكز كهربائية متواجدة في عدة نقاط عبر القطر الوطني، وهذه الطاقة المنتجة تقوم سونلغاز بإرسالها إلى الزبائن بواسطة شبكات كهربائية متمثلة في خطوط ومراكز، ومنه إما ترسل على بعض الزبائن الصناعين وإما أن تمر في مراكز التحويل حتى يتم التخفيض من درجة توترها، وذلك لأجل إيصاها إلى الزبائن العاديين بدرجة تتراوح بين 380 فولط إلى 220 فولط إن الكهرباء هي الشكل الأكثر تطورا للطاقة نظرا لما تتميز به عن بقية أشكال الطاقة والتي من بينها[1]:

تنوع الإستعمالات عرفت تطورًا كبيرًا، سواء في القطاع المنزلي، القطاع الثالث أو الصناعة، فأصبحت الكهرباء تتوفر على إحتكار شبه تام لبعض الإستخدامات كالإضاءة، معالجة وإرسال المعلومات الإلكتروكيمياء، ومن جهة أخرى بإمكانها أن تؤمن نفس الإستخدامات الأخرى كبقية أشكال الطاقة، سهولة الإستعمال،إن الكهرباء سهلة الإستعمال وهذا ما يؤهلها لجذب عدد اكبر من المستهلكينن إظافة إلى سهولة تحولها والغياب التام للتلوث، تكيف نظام الإنتاج، تظهر الكهرباء ميزة مرونة تكيف نظام إنتاجها مع تطور وتوفر مصادر الطاقة الأولية دون أن ينتج تزايدا في التكاليف على مستوى الإستعمال، ففي الواقع إذا أصبح نادرا أي مصدر طاقوي، فعلى مستوى إنتاج الكهرباء، يمكن أن نلجأ إلى مصادر أخرى دون أن يحول أو يكيف المستهلك أجهزته[2].

2- تحولات قطاع الكهرباء:

بدأت في بداية الثمانينات مجموعة من التغيرات التكنولوجية تعصف بمبررات الإحتكار الطبيعي، لتسمح إدخال المنافسة في حلقة الإنتاج وحلقة التموين.

2-1 تنظيم قطاع الكهرباء تحت الإحتكار:

تتكون سلسلة التموين بالكهرباء أساساً من ثلاث نشاطات مختلفة: الإنتاج، النقل و التوزيع. إن إنتاج الكهرباء هو عملية تحويل مصادر الطاقة الأولية إلى طاقة كهربائية، ويحمل نشاط الإنتاج خصوصية تتمثل في ضرورة مسايرته الدائمة والمستمرة مع الطلب بسب إستحالة تخزين الكهرباء الكميات والتكاليف المقبولة إقتصادياً .

ويوجد ثلاث أنواع من المحطات: محطات القاعدة التي تشتغل بصفة مستمرة، محطات وسطية تشتغل بصفة شبه مستمرة ومحطات الذروة. ويمثل النقل النشاط الثاني الذي يسمح بإرسال الكهرباء عبر شبكات مترابطة ذات التوتر العالي لتموين المستهلكين النهائيين أو الموزعين، بينما يسمح التوزيع بإرسال الكهرباء عبر شبكات التوتر المتوسط والمنخفض لتموين الزبائن.

وكانت الأنشطة الثلاثة: الإنتاج، النقل والتوزيع متكاملة عموديا، تضمنها مؤسسة واحدة في حالة إحتكار. فسادت لفترة طويلة مبررات التنظيم الإحتكاري التي كانت أساسا مبررات مبنية على: بنية تكاليف الإنتاج وعلى ضرورة التنسيق بين مختلف مراحل التموين بالكهرباء.

[1]- Boiteux M.M, Op-cit, p 29.

[2] – بلغث بشير، مرجع سبق ذكره، ص28.

3- تحرير قطاع الكهرباء بالجزائر:

3-1 إصلاح النظام المؤسساتي :

في إطار القانون الجديد للكهرباء، تم إنشاء لجنة تنظيم الكهرباء والغاز لتطبيق ومراقبة الإصلاحات،كما تم في هذا الإطار إعادة تنظيم شركة سونلغاز، شركة ذات أسهم إلى ثلاثة فروع :

- فرع تسيير شبكة نقل الكهرباء *(GRTE)*.
- فرع تسيير شبكة نقل الغاز(*GRTG*).
- فرع سونلغاز لإنتاج الكهرباء (*SPE*).

هذا سيسمح للشركة الوطنية سونلغاز التكيف على المنافسة للمحافظة على حصتها في السوق.

قد قامت سونلغاز بتدعيم طاقاتها الإنتاجية بإنجاز:

- محطة توليد الكهرباء (أم البواقي)، بطاقة 292 ميجاوات.
- انطلاق أشغال انجاز محطة (برواقية)، بطاقة 498 ميجاوات.

كما تم في إطار هذه الإصلاحات، إنشاء المؤسسة الجزائرية للطاقة *(AEC)* في 2001 وهي مؤسسة مختلطة بين سوناطراك 50% و سونلغاز50% ، والتي تقوم بإنجاز مشاريع الكهرباء وتحلية مياه البحر والمتمثلة في:

- ✓ مشروع مزدوج بأرزيو لإنجاز محطة تحلية مياه البحر بسعة 000 88 م^3 /يوم ومحطة توليد 321 ميجاوات من الكهرباء. يتم تمويل هذا المشروع بنسبة 80% من طرف الشريك الأجنبي. وقد تم تدشين مصنع تحلية المياه في 2005.
- ✓ محطة توليد الكهرباء بسكيكدة بطاقة 825 ميجاوات.
- ✓ مشروع محطة النص لتوليد الكهرباء (بتيبازة) بطاقة 1200 ميغاواط
- ✓ مشروع محطة تحلية مياه البحر بالحامة (الجزائر العاصمة) بسعة 000 200م^3 /يوم الذي يتم إنجازه بالشراكة مع شركة *IONICS* الأمريكية.
- ✓ انجاز محطتين لتحلية مياه البحر، محطة سكيكدة بطاقة 000 100م^3 /يوم ومحطة بني صاف بطاقة 000 150م^3 /يوم، تم توكيل60% من هذا المشروع للشركة الاسبانية *GEIDA*.

3-2 مشروع 2000 ميجاوات:

هو مشروع لإنتاج 2000 ميجاوات من الكهرباء منها 1200 ميجاوات موجهة للتصدير إلى أوروبا وذالك بإنجاز سلك كهربائي يمر في أعماق البحر نحو اسبانيا، هذا المشروع لقي قبول كل الشركات المعنية وسوف تنشئ شركة مختلطة للمشروع في بداية 2006 [1].

---

[1] – هشام لبزة، مرجع سبق ذكره، ص65.

3-3 مشروع السوق الأورومغاربية للكهرباء:

تتطور وتنمو التجارة الدولية للكهرباء بفضل ربط مختلف الشبكات الوطنية، ويطبق عليها مبدأ التبادل الحر وحرية إنتقال الممتلكات والمنافسة[1]، وقد بدأ ربط الشبكات المغاربية في مطلع الخمسينياتبواسطة الخطين *kv*90 بين الجزار تونس، ثم تعززت بخط من *kv*225 سنة 1980 وبخط رابع من *kv*150 سنة 1984 يربط بين الشبكتين، ومنذ سنة 1988 تعمل الشبكات الثلاث التونسية والجزارية والمغربية بالتزامن مع تشغيل خطين من *kv*225 بين الجزائر والمغرب (1988 و 1992). وقد أعربت الجزائر، تونس والمغرب في الإجتماع الذي عقد في أثينا في 21 ماي 2003م عن نيتها في تكوين سوق مغاربية للكهرباء ودمجها التدريجي مع السوق الأوربية للكهرباء وتم الإتفاق على بذل كل الجهود من أجل إقامة سوق جهوية للكهرباء متكاملة في منطقة المغرب العربي وأخذ الإجراءات الضرورية من أجل لإدماجها التدريجي مع السوق الأوربية للكهرباء[2].

3-3-1 بروتوكول الإتفاق المغربي:

وقعت البلدان المغاربية الثلاثة (الجزائر، تونس والمغرب) خلال إنعقاد مؤتمر روما يومي 1 و 2 ديسمبر 2003 بروتوكول يؤكد إرادتها على دراسة السبل والوسائل الواجب إستخدامها لإقامة سوق مغاربية للطاقة في أمد قريب على غرار ما يجري إنشاؤه في أوربا[3].

وعلى صعيد إنفتاح قطاع الكهرباء في البلدان المغاربية الثلاثة، يجدر التأكيد بأن الجزائر شرعت في تنف إصلاحات عميقة وأخذت بكل عزم في إقامة سوق حرة خاصة بعد الموافقة على القانون 02-01 ، ويعتزم المغرب وهو أول من إنتهج سبيل الإنفتاح لقطاعه الكهرباي فتح سوقه جزئياً وتدريجياً، وقامت تونس كذلك بفتح قطاع الكهرباء للإنتاج الخاص، وسيساعد إنشاء هذه السوق المغاربية على تطوير التعاون الطاقوي بين بلدان المنطقة من جهة، ويسهل إندماج هذه السوق في السوق الأوروبية الأوسع من جهة أخرى، ويتم تجسيد هذه السوق عن طريق التقارب التدريجي للسياسات الوطنية في قطاع الكهرباء .

و لم تكن المبادلات بين المغرب العربي وأوربا، من جهتها، مبادلات فعلية إلا بعد القيام سنة 1977 بتشغيل الخط الرابط بين إسبانيا والمغرب، وتعززت تلك المبادلات بالقرار الذي إتخذته أومل *OMEL*[*] والقاضي بإعتماد الهيئة الوطنية للكهرباء *ONE*[*] وسونلغاز الجزائر كعونين خارجيين لسوقه، وتم ذلك بناء على طلبهما في سنة 1988 وسنة 2001 على التوالي.

تعمل الجزائر على ربط الغرب الجزائري مع الجنوب الإسباني وربط الشرق الجزائري مع الجنوب الإيطالي، ويعطي هذا الربط بعدا كبيرًا للتضامن بين الشبكة الجزائرية والشبكات الأوربية لما سيعود به من فائدة للمستهلكين

---

[1] – مجلة نور، مرجع سبق ذكره، ص47.

[2] – بلغيث بشير، **تحرير أسواق الكهرباء: التجربة الأوربية**، أطروحة دكتوراه دولة في العلوم الإقتصادية، جامعة الجزائر، 2007، ص243.

[3] – مجلة نور، مرجع سبق ذكره، ص50.

[*] – متعامل السوق الإسبانية.

[*] – الهيئة الوطنية للكهرباء.

في أوُربا، بمشاركة طاقة نظيفة وتدعيم المنافسة في السوق، توفير عرض هام يساهم في ضمان التموين لأوربا بالكهرباء بصفة دائمة ومستمرة، كما تستفيد الجزائر من التكنولوجيا الأوربية لإِقامة هذه المشاريع[1].

[1] – بلغيث بشير، مرجع سبق ذكره، ص243.

خلاصـــة :

تطرقنا في بداية بحثنا هذا، إلى المفاهيم الأساسية للطاقة التي تعتبر ضرورية في هذا الموضوع، وذلك بإعطاء تعاريف للطاقة، أشكالها، وطرق توليدها، وعلاقة الطاقة الإقتصاد، وعرض النظام الطاقوي وأهم نماذج الطلب على الطاقة التي ذكرنا فيها إلى : النموذج البسيط ، نموذج *Linden* ، نموذج *Champlon* ، نموذج *Nordhaus.*

كان قطاع الكهرباء في الستينات محتكرًا من طرف الشركات الأجنبية التي كانت تهمل تحسين الإستغلال لبعض المناطق، بل أن بعض المنابع الطاقية أهملت بحجة أنها غير مربحة مما سبب في مشكل سوء الإستغلال والتوزيع، بعد تأسيس الشركة الوطنية للكهرباء والغاز سنة: 1969م التي تشرف عليها وزارة الطاقة، تولت مهمة إنتاج، نقل، وتوزيع الكهرباء، إضافة إلى نقل وتوزيع الغاز الطبيعي لتلبية إحتياجات السوق الداخلية، اضطرت إلى إنشاء فرعين لها لتدعيم الطاقة وهما: - ترافيك – الخاصة بالأشغال الكهربائية و – سيريغ – الخاصة بالأشغال الغازية، وقد تمكن الفرعان من تخفيف النقص السائد في القطاع.

أثمر إنشاء الفرعين إيجابياً، حيث إزداد إستهلاك الطاقة الكهربائية بمعدل سنوي قدره: 13 % إلى غاية سنة: 1985م، ثم شهد تفهقرا معتبرًا من سنة: 1986م حيث إنخفض معدل إستهلاك الكهرباء إلى: 5.5 % وذلك بسبب أزمة البترول سنة: 1986م وأثرها على قطاع العائلات. ورغم المجهودات التي تبذلها لدولة لتغطية حاجيات المواطنين من الكهرباء، إلا أننا نجد عدة مناطق ريفية غير مكهربة، وحتى المناطق المكهربة أصبحت تعاني من نقص من هذه الطاقة خاصة في أوقات معينة نتيجة الطلب المتزايد وتذبذب التيار الكهربائي في أوقات معينة بالنسبة للضغط المنخفض.

إذن، للكهرباء محاسن أكيدة و أفضليات عن بقية أشكال الطاقة الأخرى، بالإضافة إلى كونها الطاقة الوحيدة القادرة على التموين والتوفيق بين عدة إحتياجات من إضاءة، قوة محركة، حرارة وتبريد التي تتطلبها الرغبة في الرفاهية والراحة، كما أن التمركز السكاني في المدن والمناطق الحضرية، البحث عن الإنتاجية المتزايدة باللجوء إلى المكننة والأتمتة الأكثر تطورًا والعمل على تحسين شروط الحياة وظروف العمل التي تكون مصاحبة للتطور الإقتصادي، الإهتمام بالبيئة والمحيط، التقدم التكنولوجي وما يوفره من إمكانيات جديدة لإستعمال الطاقة الكهربائية، كلها عوامل زادت في الطلب على الكهرباء ولعبت دورًا جعل الكهرباء تحتل مكانة لا يمكن أن تحتلها أية طاقة أخرى، وبمقابل هذه المكانة لتي تتمتع بها الطاقة الكهربائية، فإن العرض والطلب على هذا المنتوج يواجه قيودا وشروطاً قد لا تطرح مجتمعة لأي منتوج آخر:

- بالنسبة للعرض: إن الكهرباء منتوج غير قابل للتخزين.
- بالنسبة للطلب: يتميز الطلب على الكهرباء بتغيره الشديد مع الزمن وبتركزه خلال ساعات، أيام أو فترات السنة.

وفي مرحلة أخيرة تطرقنا إلى تحرير قطاع الكهرباء في الجزائر، ويمكن إبداء مجموعة من الملاحظات بعضها يتعلق بتحرير سوق الكهرباء في الجزائر، ويتعلق الآخر بمشروع إنشاء السوق الأورومغاربية للكهرباء، فالنسبة للسوق الداخلية للكهرباء، مازال المستهلك يعاني من إنقطاع التيار لكهربائي لساعات عديدة، ومازالت سونلغاز هي المهيمنة في حلقة الإنتاج ومازال عدد المنتجين غير كاف ليسمح بقيام منافسة حقيقية، الإضافة إلى ضرورة توفير برامج خاصة تسمح بحساب المداخيل الساعية أو نصف الساعية للمنتجين والمكلف بالنقل حسب الزمن وحسب موقع كل منتج وكل مستهلك.

وفيما يتعلق بمشروع إنشاء السوق الأورومغاربية للكهرباء، يسعى الإتحاد الأوربي من وراء الإندماج مع السوق المغاربية إلى تعزيز ضمان التموين الدائم والمستمر بالطاقة الكهربائية من جهة، وإلتزامه بمواجهة التغير المناخي بالإعتماد على مصادر الطاقة الأقل تلويثاً.

ونظرًا لتوفير هذا المصدر الطاقوي، تسعى الجزائر من وراء السوق الأورومغاربية للكهرباء إلى تثمين الغاز الطبيعي عن طريق تدعيم مكانته كمصدر لإنتاج الكهرباء وتعزيز تصدِيرها إلى أوروبا.

الفصل الثاني

الجانب القياسي النظري للسلاسل الزمنية

تمهيـــــــد:

إن دراسة السلاسل الزمنية لها أهمية كبيرة لما تقدمه من معلومات حول العناصر الأساسية التي تتميز بها ظاهرة ما عبر الزمن، ومن خلال متابعة تغيراتها وتطورها العام، يمكننا بصورة جيدة من معرفة كيفية تطورها مستقبلاً كما يساعدنا في تحديد مختلف العوامل المؤثرة على هذه الظاهرة.

حيث سنتطرق في هذا الفصل إلى عرض نظري حول منهجية الإقتصاد القياسي، من خلال تحليلنا للإنحدار الخطي البسيط والمتعدد، وإختبارات المعنوية والدلالة، ثم التحليل النظري للسلاسل الزمنية، وذلك من خلال إبراز المفاهيم الأساسية لها، وكيفية الكشف عن مركبة الاتجاه العام والمركبة الفصلية وإختبارات الإستقرارية، لأن السلاسل الزمنية عادة ما تتصف بصفة اللإستقرارية، ثم نتطرق إلى أهم النماذج الخطية وطرق وأساليب التنبؤ.

لتكون منهجية هذا الفصل كالتالي:

- **المبحث الأول: عرض منهجية الاقتصاد القياسي.**
- **المبحث الثاني: دراسة تحليلية للسلاسل الزمنية.**
- **المبحث الثالث: أنواع النماذج الخطية والتنبؤ بإستخدام السلاسل الزمنية.**

المبحث الأول : عرض منهجية الاقتصاد القياسي

إن العلم الحديث والتنمية والتقنية المصاحبة له قد أسهما إسهامًا كبيرًا في تقدم الإنسان وتوفير له وسائل الراحة، والبحث عن أسباب الحاجيات للتخفيف من الصراع الموجود بين توفيرها والندرة، وقد مسَّ هذا التطور جميع الميادين بما فيها الميدان الإقتصادي الذي يشمل دراسات الوصف والتحليل، مثل التحليل الرياضي والإحصائي وذلك بإنشاء قوانين وأساليب لدراسة العلاقات الموجودة بين الحوادث والظواهر المختلفة، من بين هذه النظريات نجد نظرية الإقتصاد القياسي، التي تستعمل فيها الأساليب الرياضية بُغية التقدير أو التنبؤ للمتغيرات الاقتصادية المدروسة التي تهدف في الأخير إلى وضع القرار القائم على أساس علمي.

المطلب الأول: مفاهيم أساسية حول الإقتصاد القياسي

1- مفهوم الاقتصاد القياسي :

لقد استخدم لفظ الاقتصاد القياسي لأوَّل مرة عام 1926 من طرف الاقتصادي رانجر فراش(*Ranger Frisch*) ويعتبر كرنو(*Cournont*) ، أبو الاقتصاد القياسي، حيث استخدم التحليل الكمي في أبحاثه بطريقة منظمة[1].

ويعرف البعض، الاقتصاد القياسي على أنه القياس في الاقتصاد أو بأنه فرع المعرفة الذي يهتم بقياس العلاقات القياسية من خلال بيانات واقعية، بغرض إختبار مدى صحة هذه العلاقات كما تقدمها النظرية الاقتصادية أو تفسير بعض الظواهر أو رسم بعض السياسات والتنبؤ بسلوك بعض المتغيرات الاقتصادية [2]، أو أنه فرع من فروع الإقتصاد يستخدم التحليل الكمي للظواهر الاقتصادية الواقعية المبنية على أساس التماسك بين النظرية والمشاهدة متخذًا بذلك أساليب الإستقراء الملائمة [3].

1-1 نظرية الاقتصاد القياسي :

تتميز مهمة نظرية الاقتصاد القياسي أساساً في قياس العلاقات وتكييفها مع مميزات الظواهر الاقتصادية التي يمكن إخضاعها إلى التجربة المخبرية وذلك بتطبيق أدوات إحصائية طورت لملائمتها، بهدف تحليل العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية في إطار دراسة علمية دقيقة.

2-1 منهج البحث في الاقتصاد القياسي :

يمر أي بحث قياسي إقتصادي بأربع مراحل يمكن إيجازها فيما يلي[4]:

- تعيين النموذج.
- تقدير معاملات النموذج.
- تقييم المعاملات المقدرة للنموذج.

---

[1] - عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سبق ذكره، ص 03.

[2] – نفس المرجع، ص 03.

[3] – عصام عذير الشريف، **مقدمة في الاقتصاد القياسي**، الطبعة الثانية، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1981 ، ص 07.

[4] – عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سبق ذكره، ص 15.

❖ إختبار معاملات النموذج، ثم التنبؤ.

- **تعيين النموذج** : يقصد به صياغة العلاقة الإِقتصادية محل البحث في صورة رياضية حتى يتمكن قياس معاملاتها بإستخدام الطرق القياسية.
- **تقدير معاملات النموذج** :بعد تعيين النموذج تأتي مرحلة تقدير المعاملات وتتم عملية التقدير بإستعمال الطرق الإحصائية منها طريقة المربعات الصغرى (*Moindres Carrés Ordinaires*)، وطريقة المعقولية العظمى(*Maximum de vraisemblance*) .
- **تقييم المعاملات المقدرة للنموذج**: بعد أن ننتهي من تقدير معاملات النموذج تأتي مرحلة تقييم المقدرات أي هل هذه المقدرات لها معنى في النموذج أم لا؟ ، هل هي مقبولة من الناحية الاقتصادية ؟
- **اختبار المعاملات المقدرة ثم التنبؤ**: إن أهم أهداف الاقتصاد القياسي هي التنبؤ بقيم المتغيرات في المستقبل التي تكون صالحة من الناحية الإحصائية، لذلك يتم اختبار مدى مقدرة النموذج على التنبؤ قبل إستخدامه في هذا الغرض.

المطلب الثاني: تحليل نموذج الانحدار الخطي البسيط.

1- تقديم النموذج :

يستخدم النموذج البسيط لتكوين علاقة بين متغير تابع (y) ومتغير مستقل مفسر (x)، هذه العلاقة تسمح بشرح قيم مأخوذة من طرف (x) ، وتعرف العلاقة للانحدار[1] : $y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$

حيث :

y_i : المتغير التابع.

x_i : المتغير المستقل (أو المفسر).

ε_i : الخطأ (المتغير العشوائي).

2- فرضيات النموذج :

يعتبر الخطأ ε_i متغير عشوائي حيث يخضع للفرضيات الأساسية:

❶ ε_i موزع توزيعا طبيعيا $\varepsilon_i \rightarrow N(0.\delta_i)$

❷ قيمة توقعه $E(\varepsilon_i) = 0$

❸ تباينه ثابت $V(\varepsilon_i) = \delta^2$

❹ لا يوجد ارتباط بين الأخطاء أي : $\forall i \neq j$, $Cov = (\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$

❺ لا يوجد ارتباط بين المتغير x_i والخطأ ε_i أي: $Cov(\varepsilon_i, x_i) = 0$

[1] – جمال الدين فروخي، **نظرية الاقتصاد القياسي**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1992، ص 01.

3- تقدير المعاملات بطريقة المربعات الصغرى:

تتمثل طريقة المربعات الصغرى في إيجاد قيم تقديرية للمعاملات، وهذا عن طريق تصغير مجموع مربعات الأخطاء أي :

$$Min\sum_{i=1}^{n} e_i^2 = Min\sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{\beta}x_i - \hat{\alpha})^2$$

حيث :

$\hat{\alpha}$: القيمة المقدرة لـــ α .

$\hat{\beta}$: القيمة المقدرة لـــ β .

$e_i = (y_i - \hat{y}_i)$ البواقي.

$\hat{y}_i$: النموذج المقدر.

y_i : النموذج الاقتصادي النظري.

ولإيجاد قيم $\hat{\alpha},\hat{\beta}$ نشتق $\sum_{i=1}^{n} e_i^2$ بالنسبة لكل من $\hat{\alpha},\hat{\beta}$ [1] :

$$\begin{cases} \dfrac{\partial\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial\hat{\alpha}} = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{\beta}x_i - \hat{\alpha}) = 0 \\ \dfrac{\partial\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial\hat{\beta}} = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{\beta}x_i - \hat{\alpha}) = 0 \end{cases}$$

وبالتبسيط نجد :

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\overline{xy}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\overline{x}^2} = \frac{COV\ (x_i, y_i)}{V(x_i)}$$

$$\hat{\alpha} = \overline{y} - \hat{\beta}\overline{x}$$

4- حساب معامل الارتباط الخطي *(r)* :

إن الهدف من حساب معامل الارتباط الخطي *(r)* هو معرفة درجة الارتباط بين المتغيرات (x)و(y) وهو محصور بين $[+1;-1]$.

وتعطى عبارة معامل الارتباط *(r)* على النحو التالي[2] :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \overline{y})^2}} = \frac{COV\,(x_i, y_i)}{\sqrt{V(x)V(y)}}$$

---

[1]- Bourbonnais R., **Econométrie** , 3 [éme] édition, Dunod, Paris, 2003, p 21.
[2]- Ibid, p10.

✓ إذا كان : $r=1$: هناك ارتباط كلي (تام) موجب بين (x)و (y)

✓ إذا كان: $r=-1$: هناك ارتباط كلي (تام) سالب بين(x)و (y)

✓ إذا كان: $r=0$: لا يوجد ارتباط بين(x)و (y)

5- معامل التحديد (R^2):

هذا المعامل يقيس جودة النموذج، أي يوضح نسبة انحرافات قيم (y) الموضحة في النموذج بالنسبة للانحرافات الكلية، وهو عدد موجب محصور في المجال $[1,0]$ ويرمز له بالرمز (R^2)، حيث هو مربع معامل الارتباط الخطي (r) ، ويتم استخراج قيمته الجبرية كالتالي[1]:

$$\sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$y_i - \hat{y}_i = e_i \Rightarrow \sum y_i - \sum \hat{y}_i = \sum e_i = 0 \Rightarrow \bar{y} = \bar{\hat{y}}$$

$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2 + \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^{n} (\hat{y} - \bar{\hat{y}})^2 + \sum_{i=1}^{n} e_i^2$$

$$SCT = SCE + SCR$$

بقسمة طرفي المعادلة على $\sum_{Ii=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2$ نحصل على :

$$1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y} - \bar{\hat{y}})^2}{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2} + \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}$$

حيث نجد R^2 :

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2} \right)$$

6- إختبارات المعنوية أو الدلالة بالنسبة للنموذج البسيط:

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$$

تعتبر العلاقة بين المتغير المستقل (x) والمتغير التابع (y) وذلك بوضع الفرضية H_0، التي تنص على عدم وجود علاقة بينهما، فتكون الفرضية H_1 عكس H_0 ويكون شكل الاختبار:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

ولإختبار صحة إحدى الفرضيتين H_0 أو H_1 نستخدم إختبارستيودنت (T) أو إختبار فيشر (F).

[1]- Ibid, p 54.

(أ)- اختبار ستيودنت $(Student)$: ويتم هذا الاختبار بحساب الإحصائية التالية :

$T_c = \left|\frac{\hat{\beta}-\beta}{\delta_{\hat{\beta}}}\right|$ حيث $\delta_{\hat{\beta}} = \delta_{\varepsilon}(x^t x)^{-1}$: الانحراف المعياري للمقدرة $\hat{\beta}$.

حيث $\hat{\beta}$ القيمة المقدرة لـــ β . و $\delta_{\hat{\beta}}$: الانحراف المعياري لـــ $\hat{\beta}$، وبما أن الفرضية H_0 تنص على انعدام β ،

فإن قيمة (T) تصبح : $T_c = \left|\frac{\hat{\beta}}{\delta_{\hat{\beta}}}\right|$

ويتم قبول أو رفض H_0 بمقارنة قيمة (T) المحصل عليها مع القيمة المجدولة عند درجة الحرية $(n-k)$، حيث :

k : هو عدد الوسائط في هذه الحالة ، و n : هو عدد المشاهدات.

وقرار هذا الاختبار يكون كالآتي :

$T_c \rangle T_t$: فإننا نرفض H_0 : إذن $\hat{\beta} \neq 0$ ومنه المتغير له معنى (تأثير) في النموذج لأن $\hat{\beta}$ معنوي.

$T_c \langle T_t$: فإننا نقبل H_0 : إذن $\hat{\beta} = 0$ ومنه المتغير ليس له معنى في النموذج لأن $\hat{\beta}$ غيرمعنوي .

حيث T_t تمثل القيمة المجدولة عند درجة الحرية $(n-k)$ وبدرجة معنوية α%.

(ب)- اختبار فيشر $(Fisher)$:

يوضح لنا هذا الاختبار دلالة النموذج بصورة عامة، وكذلك حساب نسبة الانحرافات الموضحة إلى الانحرافات غير الموضحة بواسطة النموذج:

➢ **شكل الاختبار** :
$$\begin{cases} H_0 : \hat{\alpha} = \hat{\beta} = 0 \\ H_1 : \hat{\alpha} \neq \hat{\beta} \neq 0 \end{cases}$$

ويتم الاختبار بحساب الإحصائية[1] :

$$F((k-1).(n-k)) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \big/ (k-1)}{\sum_{i=1}^{n} e_i^{\,2} \big/ (n-k)} = \frac{SCE/1}{SCR/(n-2)}$$

حيث k : هو عدد الوسائط ($k=2$ في حالة الانحدار الخطي البسيط).

n : عدد المشاهدات.

نقوم بمقارنة القيمة (F_c) مع القيمة (F_t) عند درجة الحرية $(1, n-2)$ بمعنوية α =5%

❖ **قرار الاختبار:**

إذا كان $F_t \langle F_c$ فإننا نرفض H_0 : أي أن المتغيرات x تؤثر(أي تفسر) y

إذا كان $F_t \rangle F_c$ فإننا نقبل H_0 : أي أن المتغيرات x لا تؤثر(أي لا تفسر) y

---

[1]– Ibid ,p34 .

المطلب الثالث: تحليل نموذج الانحدار الخطي المتعدد

1- تقديم النموذج :

رأينـــا في النموذج الخطي البسيط أن المتغير التابع (y) يرتبط بمتغير مستقل واحد، أما في النموذج الخطي المتعدد فإن المتغير التابع (y) يرتبط بعدة متغيرات مستقلة.

حيث تصبح معادلة الانحدار : $y_i = \beta_1 + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + ... + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t$

مع: $(t = 1.......n)$

لشرح أكثر هذه المعادلة يمكن أن نكتبها على شكل جملة معادلات لكافة قيم (t) وتكون على الشكل التالي :

$$y_1 = \beta_1 + \beta_2 x_{21} + \beta_3 x_{31} + ... + \beta_k x_{k1} + \varepsilon_1$$

$$y_2 = \beta_1 + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{32} + ... + \beta_k x_{k2} + \varepsilon_2$$

$$...$$

$$y_i = \beta_1 + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + ... + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i$$

$$...$$

$$y_n = \beta_1 + \beta_2 x_{2n} + \beta_3 x_{3n} + ... + \beta_k x_{kn} + \varepsilon_n$$

ويمكن كتابة النموذج على الشكل التالي :

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \\ \\ y_i \\ \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x_{21} & x_{31}..................x_{k1} \\ 1 & x_{22} & x_{32}..................x_{k2} \\ & .... & \\ & .... & \\ 1 & x_{2i} & x_{3i}..................x_{ki} \\ & .... & \\ 1 & x_{2n} & x_{3n}..................x_{kn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \\ . \\ \beta_i \\ . \\ \beta_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \\ \\ \varepsilon_i \\ \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

2 – تقدير المعالم بطريقة المربعات الصغرى:

لدينا النموذج الخطي العام : $y = xB + \varepsilon$

حيث : $\hat{y} = x\hat{B}$

كما في النموذج الخطي البسيط نصغر مجموع مربعات الخطاء.

$$\sum_{i=1}^{n} e_1^2 = e^t e = (y - \hat{y})^t (y - \hat{y})$$

$$= (y - x\hat{B})^t (y - x\hat{B})$$

$$= y^t y - y^t x\hat{B} - \hat{B}^t x^t y + \hat{B}^t x^t x\hat{B}$$

$$= y^t y - 2\hat{B}^t x^t y + \hat{B}^t (x^t x)\hat{B}$$

وبإشتقاق المعادلة بالنسبة لـــ : $\hat{B}$ نحصل على قيمة هذه الأخيرة :

$$\hat{B} = (x^t x)^{-1} x^t y$$

3- حساب معامل الارتباط (R^2):

معامل الارتباط الخطي هو الجذر التربيعي لمعامل التحديد (R^2) الذي يتم حسابه كما رأينا في الشكل البسيط :

$$R^2 = 1 - \frac{SCR}{SCT} = \frac{SCE}{SCT}$$

$$\sum_{i=1}^{n} e_i^2 = e^t e = y^t y - \hat{B}^t x^t y$$

$$SCT = SCE + SCR$$

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT} = \frac{\hat{B}^t x^t y}{y^t y}$$

4- حساب معامل التحديد المصحح $\bar{R}^2$:

حيث يعرف بالعلاقة التالية[1] :

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2)\left[\frac{n-1}{n-k}\right]$$

5- اختبارات المعنوية أو الدلالة بالنسبة للنموذج الخطي المتعدد:

ويعطى بالعلاقة التالية :

$$y_i = \beta_1 + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + ... + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t$$

يعبر عن العلاقة بين المتغيرات المستقلة (x) والمتغير التابع (y) بنفس الطريقة التي رأيناها في النموذج الخطي البسيط بحيث :

(أ)- إختبار ستيودنت :

➢ **شكل الاختبار :**

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ...\beta_k = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq ....\beta_k \neq 0 \end{cases}$$

ويتم الاختبار بحساب الإحصائية:

$$T_c = \left|\hat{\beta}_i / \delta_{\hat{\beta}_i}\right| \quad \text{حيث} \quad \delta_{\hat{\beta}_i} = e^t e \big/ n-k \, (x^t x)^{-1}$$

ثم نقارن القيمة (T_c) مع القيمة المجدولة عند درجة الحرية $(n-k)$ بمستوى معنوية α=5%

❖ **قرار الاختبار:**

إذا كان $T_c \rangle T_T$ نرفض H_0.

إذا كان $T_c \langle T_T$ نقبل H_0.

---

[1] – صالح تومي، **مدخل لنظرية القياس الاقتصادي (الجزء الأول)**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1999، ص 94.

(ب)- إختبار فيشر:

ويكون شكل الاختبار كالآتي :

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_i = 0 & \forall i = 2,......,n \\ H_1 : \beta_1 \neq \beta_i \neq 0 & \forall i = 2,......,n \end{cases}$$

ويحسب (F_c) بالعلاقة التالية [1]:

$$F_c = \frac{R^2 / (k-1)}{(1-R^2)/(n-k)} \to F(k-1, n-k)$$

❖ **قرار الاختبار :**

إذا كان $F_t \langle F_c$ فإننا نرفض فرضية العدم H_0.

إذا كان $F_t \rangle F_c$ فإننا نقبل الفرضية H_0.

6- إختبار فرضية العدم الارتباط الذاتي بين الأخطاء :

لتطبيق طريقة المربعات الصغرى يجب مراعاة الفرضيات الأساسية التي رأيناها سابقا ومن بينها فرضية انعدام الارتباط الذاتي بين الأخطاء في فترات مختلفة، حيث تنص فرضية العدم في النموذج على انعدام الارتباط الذاتي بين الأخطاء، أي أن معامل الارتباط الخطي بينهما يكون معدوما.

⟸ **اختبار دربين واتسون** $(Durbin - Watson)$:

يعتبر إختبار داربين واتسون $(Durbin - Watson)$ من أهم الإختبارات الشائعة المستخدمة في كشف الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى حسب الشكل[2]: $\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + \nu_t$ حيث: $\nu_t \to N(0, \delta_\nu^2)$

➢ **شكل الاختبار :**

$$\begin{cases} H_0 : \rho = 0 \\ H_1 : \rho \neq 0 \end{cases}$$

للتحقق من انعدام الارتباط الذاتي بين الأخطاء نستعمل إختبار دربين واتسون $(Durbin - Watson)$

تعطى علاقته بالشكل التالي :

$$DW = \frac{\sum_{i=1}^{n} (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_t} \approx 2(1 - p)$$

مع

$$p = \frac{\sum_{i=2}^{n} e_t e_{t-1}}{\sum_{i=1}^{n} e_t}$$

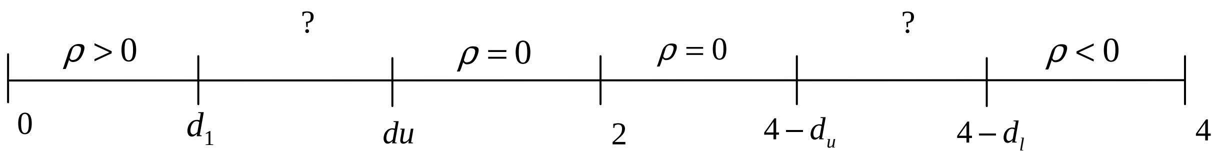
[1] – صالح تومي، مرجع سبق ذكره، ص 115.

[2]– Bourbonnais R, **Econométrie**, 5[eme]Edition, Dunod, Paris, 2003, p223.

حيث أن (DW) تمثل القيمة المحسوبة للإختبار وتأخذ قيمها بين 0 و 4، ويتضح من المعادلة السابقة أنه إذا كانت $\rho = 0$ فإن: $DW \cong 2$

ويوصح الشكل التالي قيم d (القيم الجدولية للإختبار)، التي تشير إلى وجود أو عدم وجود الإرتباط الذاتي من الدرجة الأولى الموجب أو السالب، أو التي تجعل نتيجة الإختبار غير محددة، وتوجد قيم كل من الحدين الأعلى والأدنى لـــ d (d_l,d_u)

الشكل رقم (2-1)[1] **: إختبار دربين واتسون** DW



بالإعتماد على الشكل رقم (2-1) يمكن ان تستخرج نتيجة DW كالتالي:

- ✓ إذا كانت: $DW \prec d_l$ أو $DW \succ 4-d_l$ ومنه نرفض H_0
- ✓ إذا كانت: $4-d_u \succ DW \succ d_u$ ومنه نقبل H_0
- ✓ إذا كانت: $4-d_u \le DW \le 4-d_l$ أو $d_l \le DW \le d_u$ تكون نتيجة الإختبار غير محددة، ومن ثم يجب إضافة بيانات أكثر.

⟸ **إختباردار بين آش** *Durbin h*[2]:

من بين الإنتقادات الموجهة إلى إختبار (DW) أنه لا يمكن تطبيقه في حالة إذا كان نموذج الانحدار المقدر يحتوي على متغيرات تابعة مؤخرة، ولهذا قام الباحث داربين(*Durbin*) بإقتراح الإختبار h التي تعطى صيغته بالعلاقة التالية:

$$h = \rho\sqrt{\frac{n}{1 - n\,\mathrm{var}(\hat{\beta}_1)}}$$

حيث: $\mathrm{var}(\hat{\beta}_1)$: عبارة عن تباين معامل الانحدار المقدر الخاص بالمتغير المفسر ذات فترة مؤخرة، ويلاحظ أن هذا الاختبار لا يمكن حسابه إذا كانت: $n\,\mathrm{var}(\hat{\beta}_1) \ge 1$

n : حجم العينة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن قيمة h موزعة توزيعا طبيعيا $h \to N(0,1)$ ومن ثم يجب مقارنة قيمة h بالقيمة الجدولية الحرجة لـــ Z الموجودة في جدول التوزيع الطبيعي عند مستوى معنوية معين.

✓**شكل إختبار** h: يتلخص إختبار h من جانب واحد كالآتي:

$$\begin{cases} H_0.\rho \le 0 \\ H_1.\rho \succ 0 \end{cases}$$

---

[1]- Bourbonnqis R, Op-cit, 223.

[2] – مجدي الشوريجي، **الاقتصاد القياسي (النظرية والتطبيق)**، ديوان المصرية اللبنانية، الطبعة الأولى، سنة 1994، ص85.

❖**قرار الاختبار:**

إذا كانت $h \succ z$ نقبل H_1 أي يوجد هناك إرتباط ذاتي من الدرجة الأولى.

7- إستخدام نموذج الإنحدار المتعدد في التنبؤ(التوقع):

بعد تقدير النموذج والتأكد من جودته، يتم إستخدامه في التنبؤ حيث يعطى مجال ثقة التوقع القيمة$\%(1-\alpha)$ ويعطى بالعلاقة التالية[1]:

$$y_{t+h} = \hat{y}_{t+h} \pm \sqrt{\hat{\delta}_{\varepsilon}^{2}}\left(X_{t+h}(XX')^{-1}X_{t+h}+1\right)$$

$$y_{t+h} = \hat{y}_{t+h} \pm T_{1-\alpha/2}\left(\hat{\delta}_{\hat{y}}\right)$$

حيث: $T_{1-\alpha/2}$ تمثل إحصاءة ستيودنت عند مستوى معنوية $\%\left(1-\alpha/2\right)$ ودرجة حرية: $(n-k-1)$

المبحث الثاني: دراسة تحليلية للسلاسل الزمنية.

المطلب الأول: مفاهيم عامة وأساسية للسلاسل الزمنية

1- تعريف السلسلة الزمنية:

السلسلة الزمنية هي مجموعة من القيم لمؤشر إحصائي معين حسب تسلسل زمني، بحيث كل فترة زمنية يقابلها قيمة عددية للمؤشر تسمى مستوى السلسلة، وبمعنى آخر هي متتالية لقيم متغير إحصائي خلال مجالات زمنية متساوية (أسبوع، شهر، سنة...[2])

ويمكن أن نعرفها أنها مجموعة من المعطيات لظاهرة ما مشاهدة عبر الترتيب التصاعدي للزمن[3].

وأيضا، تعرف السلسلة الزمنية بأنها : "مجموعة من المشاهدات لظاهرة ما في أوقات محددة، وفي المعتاد على فترات متساوية أو بمعنى آخر: عبارة عن قيم أو مقادير هذه الظاهرة في سلسلة تواريخ متتابعة مثل أشهر أو أيام أو سنين، وفي العادة تكون الفترات بين التواريخ المتتالية متساوية"[4].

ويختلف نوع النماذج المعتمدة هنا عن نماذج القياس الاقتصادي من حيث البنية والهدف،كون النماذج المدروسة هنا تقوم بتفسير المتغير التابع بواسطة الزمن أو بسلوك نفس المتغير في الماضي، فمثلا لا نستطيع بالاعتماد على النظرية الاقتصادية معرفة أسباب التغيرات الحاصلة في حجم المبيعات بدقة، فيمكن أن تكون هذه التقلبات ناتجة عن التغير في الأسعار، التغير في الدخل المتاح، ...إلخ، كما يمكن أن تكون ناتجة عن عوامل موضوعية أخرى لا نستطيع قياسها كالطقس، تغير ذوق المستهلكين في يوم معين كيوم العيد مثلاً.

ومن بين إستعمالات السلاسل الزمنية[5]:

---

[1]- Bourbonnais R, Op-cit, p79.

[2] – كمال سلطان محمد سالم، **الإحصاء الاحتمالي**، الإبراهيمية، الدار الجامعية، 2004، ص223.

[3]-Hamdani Hocine, **Statistique Descriptive et Expression Graphique**, OPU, Alger , 1988, p299.

[4]– شفيق العتوم، فتحي العاروري، **الأساليب الإحصائية**، ج1، ط1، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 1995، ص 295.

[5] – كمال فلفل، فتحي حمدان، **المبادئ الإحصائية للمهن التجارية**، طبعة 2، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 1989، ص201.

❖ التنبؤ بالمستقبل باستعمال البيانات الإحصائية التي أخذت في الماضي.

❖ إكتشاف الدورات التي تتكرر فيها بيانات فترة محددة.

❖ إكتشاف الحالات الاقتصادية الشاذة التي تحصل في زمن ما.

يمكن تمثيل السلسلة الزمنية بيانيا بتعيين أزواج مرتبة (الزمن، قيمة الظاهرة) في المستوى البياني، ثم توصيل تلك النقاط، ويسمى المنحنى الناتج: المنحنى التاريخي للسلسلة الزمنية (*Histogramme*).

ويمكن ترتيب السلسلة الزمنية حسب : الفترة الزمنية – قيمة الظاهرة.

(أ)- الفترة الزمنية :

أخذ المشاهدات على فترة زمنية متباعدة ويكون البعد $S = 4$ أو $S = 12$ شهر $S =$

(ب)- قيمة الظاهرة :

والتي تتغير بالزيادة أو بالنُقصان حسب الفترة الزمنية المأخوذة.

2- مركبات السلسلة الزمنية واختبارات الكشف عنها:

تتكون مشاهدات السلسلة الزمنية التابعة للزمن الذي يحدد خاصيتها أو سمتها الرئيسية، والعلاقة الزمنية هذه قد تأخذ أشكالا مختلفة، وعادة ما تكون السلاسل الزمنية ذات اتجاه واحد، فهي منتظمة حيث تتكرر دوريتها بنفس الصيغة كل سنة، أو ذات تغير عشوائي لعناصر مرتبطة ذاتيا، أي كل قيمة مرتبطة بالقيم السابقة وتتغير بواسطة أو بسبب عامل عشوائي[1].

2-1 مركبات السلسلة الزمنية:

نقصد بها العناصر المكونة للسلسلة الزمنية، وهذا بهدف معرفة سلوك السلسلة وتحديد مقدار تغيراتها وإدراك طبيعتها واتجاهها حتى يصبح بالإمكان القيام بالتقديرات اللازمة والتنبؤات الضرورية، وهذه العناصر هي:

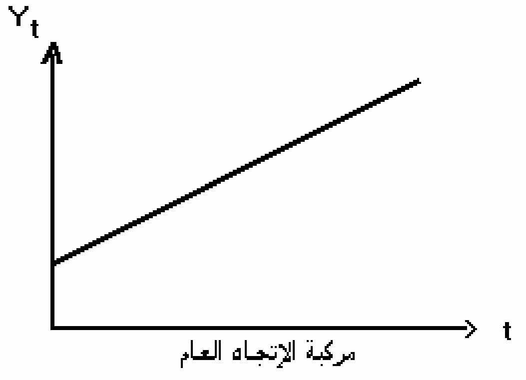
- مركبة الاتجاه العام.
- المركبة الفصلية.
- المركبة العشوائية.
- المركبة الدورية.

2-1-1 الاتجاه العام(*la Tendance générale*):

الاتجاه العام هو النمو الطبيعي للظاهرة، حيث يعبر عن تطور متغير ما عبر الزمن، سواء كان هذا التطور بميل موجب أو سالب، إلا أن هذا التطور لا يلاحظ في الفترات القصيرة، بينما يكون واضحا في الفترات الطويلة ويرمز له بالرمز: T. ويمكن توضيحه في الشكل البياني الآتي:

[1] – نصيب رجم، **الإحصاء التطبيقي**، دار العلوم للنشر والتوزيع، عنابة ،2007، ص39.

الشكل رقم(2-2): منحنى بياني لسلسلة زمنية حالة وجود الإتجاه العام



المصدر: من إعداد الطالب.

2-1-2 التغيرات الموسمية(الفصلية)(*Les Variations Saisonnières*)

هي التغيرات التي تحدث بإنتظام في وحدات زمنية متعاقبة والتي تنجم من تأثير عوامل خارجية، أو هي تقلبات تتكرر على نفس الوتيرة كل سنة[1]، ويرمز لها بالرمز: S فمثلا: استهلاك الطاقة الكهربائية الذي هو موضوع دراستنا ...إلخ. ويمكن توضيحه في الشكل البياني الآتي:

الشكل رقم(2-3): منحنى بياني لسلسلة زمنية حالة وجود المركبة الموسمية



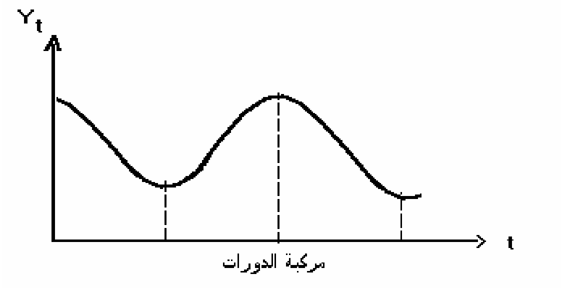
المصدر: من إعداد الطالب.

3-1-2 التغيرات الدورية (*les variations cycliques*):

وهي عبارة عن مركبة الدورة الاقتصادية، وهي تغيرات تشبه التغيرات الموسمية إلا أنها تتم في فترات أطول نسبيا من الفترات الموسمية مثلا: تبين أثر النشاط الاقتصادي في المدى المتوسط؛ تتناسب مراحلها مع مراحل الدورة الاقتصادية، وهي تتكرر باستمرار عبر الزمن ويتراوح عادة بين ثلاث سنوات إلى عشر سنوات (المدة المتوسطة لهذه الدورة هي 5 سنوات)، ويرمز لها بالرمز: C. ويمكن توضيحه في الشكل البياني الآتي:

[1]- Grais Bernard, **Méthodes Statistiques,** Dunod ,Paris, 1978, p326.

الشكل رقم(2-4): منحنى بياني لسلسلة زمنية حالة وجود المركبة الدورية

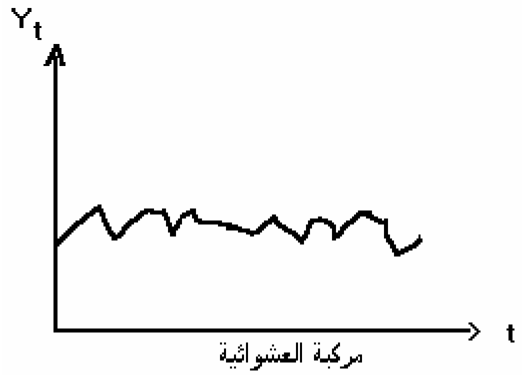


المصدر: من إعداد الطالب.

2-1-4 التغيرات العشوائية (***Les Variations Aléatoires*** **)**:

وهي تعبر عن تلك التذبذبات غير المنتظمة، تتمثل في التغيرات التي لا يمكن ضبطها أو التي لا توجد لها علاقة بعنصر الزمن، وهي ناتجة عن عوامل غير منتظرة (انخفاض إنتاج مادة معينة عند تعرض الآلة لعطب أو خلال الإضرابات أو الزلازل...إلخ)، في هذه الحالة تكون المركبة العشوائية ناتجة عن عوامل غير هامة ومستقلة ونرمز لها بالرمز:I. ويمكن توضيحه في الشكل البياني الآتي:

الشكل رقم(2-5): منحنى بياني لسلسلة زمنية حالة وجود التغيرات العشوائية



المصدر: من إعداد الطالب.

لكي نستطيع إجراء تحليل السلاسل الزمنية على مركباتها يجب أن يكون لدينا نموذج لها، وهذا يعني أن نحدد العلاقة ين مكونات السلسلة الزمنية، وهناك نموذجان شائعان في الاستخدام:

- **نموذج الجمع**: $Y_t = T + S + C + I$
- **نموذج الجداء**: $Y_t = T \times S \times C \times I$

ويمكن معرفة طبيعة النموذج انطلاقا من حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري، فإذا كان هذين الأخيرين ثابتين عبر وحدة الزمن(مستقلان) فإن السلسلة تشكل نموذجا تجميعيا، وفي حالة العكس نقول أن السلسلة أنها تشكل نموذجا جدائيا[1]، وعند إجراء تعديلات على النموذج الجدائي نحصل على نموذج تجميعي.

[1]- Borbonnais R. et Terraza M., **Analyse de séeies temporelles en économie,** PUF, Pari , 1998, p15.

يمثل بعلاقة تجميعية وجدائية في نفس الوقت بين مركبات السلسلة الزمنية Y_t ويعرف بالعلاقة الآتية :

$$Y_t = T * C + S * I * T$$

ويعتبر هذا الشكل الأكثر إستعمالا حاليا في الاقتصاد.

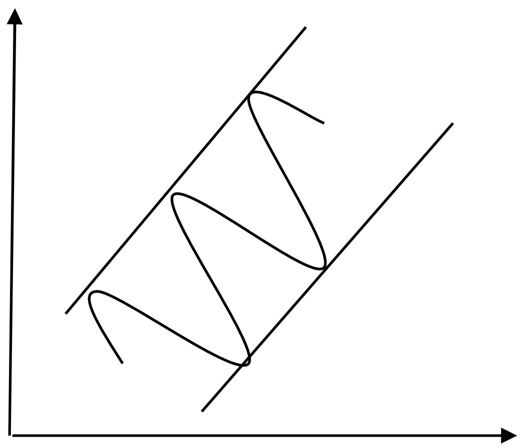
2- 2 أسلوب تحديد شكل السلسلة الزمنية:

لمعرفة الشكل الذي تتبعه السلسلة الزمنية هناك أسلوبين احدهما بياني والثاني إحصائي ولكن في اغلب الأحيان الأسلوب البياني لا يكون كافيا لوحده وذلك لقلة دقته.

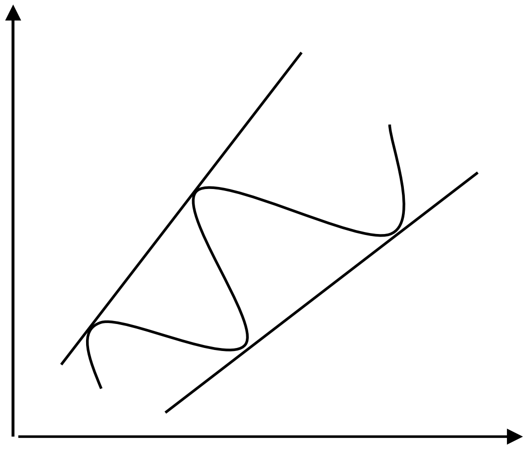
(أ)- الأسلوب البياني[1] :

إن الاختبار البياني ينطلق من ملاحظة المنحنى الذي يمثل تطور السلسلة الأولية والذي ينحصر بين خطين يتضمنان القيم الصغرى والقيم العظمى للسلسلة.

- فإذا كان هذان الخطان متوازيان فإن السلسلة تأخذ الشكل التجميعي، أنظرالشكل (2-6).
- أما إذا كان العكس فإن السلسلة تأخذ الشكل الجدائي، أنظر الشكل (2-7).



الشكل (2-6): سلسلة ذات شكل تجميعي



الشكل (2-7): سلسلة ذات شكل جدائي

المصدر: مولود حشمان، **نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى**، *upo*، الجزائر، 1998، ص81.

(ب)- الأسلوب الإحصائي :

ويسمى أيضا بالأسلوب الانحداري وهو يعتمد على تقدير المعادلة الآتية :

$\delta_i = a + b\overline{Y}_i$ حيث : m عدد السنوات. $i = 1...m$

$\overline{Y}_i = \frac{1}{p}\sum_{j=1}^{p} Y_{ij}$ p عدد الأشهر $j = 1...P$

---

[1] - Bourbonnais R, Michel Terraza, Op-cit,p25.

ومنه نحصل على المعادلة الآتية : $\delta_i = \sqrt{\frac{1}{p}\sum_{j=1}^{p}\left(Y_{ij} - \overline{Y}_i\right)^2}$

وباستعمال طريقة المربعات الصغرى، يمكن تقدير المعلمة $\hat{b}$ كما يلي :

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \delta_i \overline{Y}_i - m\bar{\delta}\overline{\overline{Y}}}{\sum_{i=1}^{m} \overline{Y}_i^2 - m\overline{\overline{Y}}^2}$$

حيث : $\overline{\overline{Y}} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} \overline{Y}_i$ $\qquad$ $\bar{\delta} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} \delta_i$

وهكذا نقول السلسلة الزمنية بأنها ذات :

- شكل تجميعي إذا كان : $\hat{b} \langle 0.05$
- شكل جدائي إذا كان : $\hat{b} \rangle 0.10$
- شكل مختلط إذا كان : $0.05 \le \hat{b} \le 0.10$[1]

المطلب الثاني: الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية

يمكن الكشف عن وجود مركبات السلسلة الزمنية عن طريق تحليل المعلومات بيانيا، فيتمثل الاتجاه العام في تلك المركبة التي تدفع بمنحنى تطور السلسلة عبر الزمن إلى الأعلى (ميل موجب)، أو إلى الأسفل (ميل سالب).

وإلى جانب التحليل البياني يوجد عدة اختبارات إحصائية منها:

1- إختبار دانيال لكشف مركبة الاتجاه العام:

يعتبر هذا الاختبار أقوى بكثير من الاختبار البياني، وهو يستعين بمعامل الارتباط لسبرمان حيث يعتمد هذا المعامل على قياس الارتباط الخطي بين ترتيبتين: $R_t = f(t) \qquad , t = 1.....T$

حيث يعرف معامل الارتباط بـــ:

$$r_s = \frac{COV(R_t, t)}{\sqrt{V(R_t)V(t)}} = \frac{\sum_{i=1}^{T}\left(R_t - \overline{R}\right)\left(t - \bar{t}\right)}{\sum_{i=1}^{T}\left(t - \bar{t}\right)^2} = 1 - \frac{\delta\sum_{i=1}^{T} d_t^2}{T\left(T^2 - 1\right)}$$

حيث: $d_t = \left(R_t - t\right)$

وتكون فرضيات الاختبار كالتالي:

$$\begin{cases} H_0 : & \text{لا يوجد اتجاه عام} \\ H_1 : & \text{يوجد اتجاه عام} \end{cases}$$

وإلى جانب إختبار دانيال يوجد اختبار آخر للكشف عن مركبة الاتجاه العام هو: إختبار الفروقات.

يدخل هذا الاختبار ضمن الاختبارات الحرة وفرضية هذا الاختبار هي :

---

[1] - Bourbonnais R, Michel Terraza, Op-cit,p35.

H_0 : وجود مركبة الاتجاه العام .
H_1 : عدم وجود مركبة الاتجاه العام ، السلسلة عشوائية.

حيث يسمح لنا هذا الاختبار بالكشف عن وجود اتجاه عام للسلسلة الزمنية وذلك عن طريق حساب الفروق ΔY_t كما يلي : $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$

حيث : Y_t: تمثل قيمة السلسلة الزمنية في اللحظة t مرتبة ترتيبًا زمنيًا.

و Y_{t-1}: تمثل قيمة السلسة الزمنية في اللحظة $t-1$.

ثم نقوم بحساب S الذي يمثل عدد الفروقات الموجبة ويخضع لتوزيع طبيعي

$$S \xrightarrow{loi} N(E(S), V(S))$$

حيث : $E(S) = (n-1)/2$ $V(S) = (n+1)/2$

n : عدد المشاهدات.

ثم نقوم بحساب Z الذي يساوي : $Z = \frac{S - E(S)}{\sqrt{V(S)}} \xrightarrow{loi} N(0.1)$

ثم نقوم(Z)المحسوبة بالقيمة المجدولة عند مستوى المعنوية$(\alpha = 5\%)$والاستنتاج يكون كما يلي :

$|Z| \rangle 1.96$[1] نقبل الفرضية H_0 وهذا يعني أن السلسلة تحتوي على مركبة الاتجاه العام.

$|Z| \langle 1.96$ نرفض الفرضية H_0 وهذا يعني عدم وجود مركبة الاتجاه العام للسلسلة الزمنية (سلسلة عشوائية)

2- اختبار كريستال واليس لكشف المركبة الموسمية:

تعطى علاقة هذا الاختبار في الشكل الرياضي التالي(حيث إنه يختبر نفس الفرضيات السابقة):

$$KW = \frac{12}{T(T+1)} \sum_{i=1}^{p} \frac{R_i^2}{n_i} - 3(T+1) \mapsto \chi^2_{(p-1)}$$

حيث: - R_i: تمثل مجموع رتب المشاهدات المقابلة لـــ: i

- n_i : تمثل عدد المشاهدات المقابلة لــ: i

- p : الدورة ، حيث تساوي 4 في المشاهدات الفصلية و 12 في المشاهدات الشهرية وهكذا إذا كان: n_i أكبر من 5 وفرضية العدم صحيحة فإنه يمكن أن تتبع KW التوزيع كاي دو (χ^2) بدرجة حرية *(p-1)*

هناك الاختبارات للكشف عن المركبة الفصلية (البياني و الإحصائي).

(أ)- الاختبار البياني :

يعتمد هذا الاختبار على التمثيل البياني، وانطلاقا من هذا التمثيل يمكن الكشف عن وجود المركبة الفصلية أو عدم وجودها.

---

[1] - 1.96 قيم التوزيع الطبيعي عند مستوى معنوية 05% وعدد المشاهدات يفوق 30.

(ب)- **الاختبار الإحصائي (تحليل التباين)(** *Analysis de la variance* **) :**

يعتمد هذا النوع من الاختبار على نقطتين أساسيتين هما :

✓ دورية Y_t حيث $n=12$ أو $n=4$ حسب طبيعة المعطيات.

✓ غياب مركبة الاتجاه العام في السلسلة فإن وجدت يجب إقصائها، وصيغة هذا الاختبار

H_0 : عدم وجود تأثير كل من الشهر والسنة.

H_1 : وجود تأثير كل من الشهر والسنة.

تكوين الاختبار : نرفق بكل مشاهدة Y_t مؤشرين هما :

❖ مؤشر التأثير السنوي (j).

❖ مؤشر التأثير الشهري (i).

كما يلي : $Y_t = Y_{ij}$ حيث : $i = 1....n$ و $j = 1....l$

وبالتالي يمكن تلخيص العمليات في الجداول الآتية :

الجدول رقم(2-1): تحليل التباين

نوع المقدرات	مجموع المربعات	درجة الحرية	التباين
تباين العامل الشهري	S_m	$l-1$	$V_m = S_m \vert l-1$
تباين العامل السنوي	S_a	$n-1$	$V_a = S_a \vert n-1$
تباين العامل العشوائي	S_r	$(l-1)(n-1)$	$V_r = S_r \vert (l-1)(n-1)$
التباين الكلي	S_t	$nl-1$	$V_t = S_t \vert nl-1$

وللكشف عن المركبة الفصلية نقوم بحساب $(F_{calculé})$والتي تساوي $F_c \frac{V_m}{V_r}$ ونقارنها بالقيمة المجدولة $(F_{tabelé})$وهي تقابل القيمة $F_{\alpha\%}[(l-1),(n-1)(l-1)]$ عند مستوى المعنوية $(\alpha\%)$.

حيث إذا كانت : $F_c \rangle F_t$ ، ومنه السلسلة تحتوي على المركبة الفصلية.

- وللكشف عن مركبة الاتجاه العام نقوم بحساب $(F_{calculé})$والتي تساوي $F_c \frac{V_r}{V_a}$ ونقارنها بالقيمة المجدولة $(F_{tabelé})$وهي تقابل القيمة $F_{\alpha\%}[(n-1),(n-1)(l-1)]$ عند مستوى المعنوية $(\alpha\%)$.

حيث إذا كانت : $F_c \rangle F_t$ نرفض الفرضية H_0، ومنه السلسلة (Y_t)تحتوي على مركبة الاتجاه العام.

المطلب الثالث: دراسة الإستقرارية للسلسلة الزمنية.

قبل الشروع في دراسة الاتجاه الأساسي نحو الزيادة أو النقصان لا بد من التأكد أولا من وجود اتجاه عام في السلسلة الزمنية، وحسب طبيعة نمو السلسلة يمكننا أن نميز بين سلسلة زمنية مستقرة أو غير مستقرة أي ذات اتجاه عام. إن السلسلة الزمنية المستقرة هي تلك التي تتغير مستوياتها مع الزمن دون أن يتغير المتوسط فيها، وذلك خلال

فترة زمنية طويلة نسبيا، إن هذه السلسلة لا يوجد فيها اتجاه عام لا نحو الزيادة ولا نحو النقصان، أما عن السلسلة الزمنية غير المستقرة فإن المتوسط فيها يتغير بإستمرار سواء نحو الزيادة أو النقصان.

1- الخصائص الإحصائية لاستقرار السلسلة الزمنية:

نقول على سلسلة زمنية ذات تباين مشترك مستقر إذا كانت أوساطها، تبايناتها، وتبايناتها المشتركة ثابتة عبر الزمن أي إذا[1]:

- تذبذبت حول متوسط حسابي ثابت عر الزمن: $E(Y_t) = E(Y_{t+k}) = \mu$
- ثبات التباين عبر الزمن: $Var(Y_t) = E(Y_t - E(Y_t))^2 = Var(Y_{t+k}) = E(Y_{t+k} - E(Y_{t+k}))^2 = \delta^2$
- أن يكون التغاير بين أي قيمتين لنفس المتغير معتمدا على الفجوة الزمنية بين القيمتين وليس على القيمة الفعلية للزمن الذي يحسب عند التغاير، أي على الفرق بين الفترة t_2, t_1 وليس على t_2 أو t_1

$$Cov(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = Cov(Y_{t+k}, Y_{t+k+s})$$

2- إختبارات تحديد طبيعة السلسلة الزمنية:

لتحديد طبيعة السلسلة الزمنية، نلاحظ أولا الرسم البياني للبيانات الملاحظة الذي يصعب أحيانا تحديد الطبيعة، فإذا لاحظنا بوضوح تصاعد أو تنازل في الاتجاه العام للسلسلة الزمنية تكون الأوساط العينِية لمختلف العينات الجزئية مختلفة نظاميًا، وهذا يعني عدم إمكانية تعميم الملاحظات على سيرورة مستقرة، والتي تستلزم نفس القيمة للوسط $E(Y_t)$ بالنسبة لكل t ، أي أن $E(Y_t)$ غير ثابت بالنسبة للزمن، وإذا فشلنا في تحديد استقرار السلسلة الميدانية من الرسم البياني، يمكن أن ننظر إلى دالة الارتباط الذاتي للعينة أو ما يسمى ببيان الارتباط.

2-1 دالة الارتباط الذاتي:

توضح هذه الدالة الارتباط الموجود بين المشاهدات لفترات مختلفة وهي ذات أهمية بالغة في إبراز بعض الخصائص الهامة للسلسلة الزمنية، ومن الناحية العملية نقوم بتقدير دالة الارتباط الذاتي للمجتمع بواسطة دالة الارتباط الذاتي للعينة، إذا فشلنا في تحديد إستقرار السلسلة الميدانية من الرسم البياني، يمكن أن ننظر إلى دالة الارتباط الذاتي للعينة أو ما يسمى ببيان الارتباط[2]، حيث تعتبر من أبسط اختبارات الإستقرارية.

إن دالة الارتباط الذاتي لـــ k نعبر عنها بـــ ρ_k وهي معرفة كمايلي :

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{Cov(k)}{Cov(0)}$$

حيث : γ_k هو التباين المشترك بين فترتين ؛ γ_0 هو التباين ، و $|\rho_k| < 1$.

أين :

$$\gamma_k = \frac{\sum (Y_t - E(Y_t))(Y_{t+k} - E(Y_t))}{n} \text{ ؛ } \gamma_0 = \frac{\sum (Y_t - E(Y_t))^2}{n}$$

و دالة الإرتباط الذاتي للعينة في التأخير k هي :

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0}$$

---

[1] – صالح تومي، **مدخل لنظرية القياس الاقتصادي**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزء الثاني، الجزائر، 1999 ، ص173.

2– نفس المرجع، ص175

مع : $$\hat{\gamma}_k = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{n-k} \quad ; \hat{\gamma}_0 = \frac{\sum (Y_t - \bar{Y})^2}{n}$$

أين n : حجم العينة ، $\bar{Y}$ متوسط العينة.

إن تمثيل هذه الدالة يعطينا ما يسمى بدوال الارتباط ومعها مجال الثقة، التي توفرها لنا معظم البرامج المعلوماتية، مما يمكننا من التفسير اللحظي. وبعد التمثيل البياني لهذه الدالة كل قيم $\hat{\rho}_k$،التي تقع خارج مجال ($\frac{1}{\sqrt{n}}$) فهي معنوية، وبالتالي هناك إرتباط بين الفترات.

يوجد إختبار مشترك لفرضية أن كل معاملات الارتباط الذاتي ρ_k آنياً مساوية للصفر[1] و هو :

2-1-1 إختبار(*Q-statistic*):

فتكون الفرضيات كما يلي:
$$\begin{cases} H_0 : p_{k1} = p_{k2} = ... = p_{kn} = 0 \\ H_1 : p_{k1} \neq p_{k2} \neq .... \neq p_{kn} \neq 0 \end{cases}$$

أقترح هذا الإختبار من طرف بوكس بيارس *Box-Pierce* ويكتب على الشكل الرياضي التالي:

$Q = n\sum_{k=1}^{m} \hat{\rho}_k^2$ حيث معاملات الإرتبط الذاتي تتبع التوزيع الطبيعي أي: $p_k \to N\left(0, \frac{1}{n}\right)$

حيث: (n : حجم العينة، m :عدد الفجوات)

ويتم الحكم كما يلي:

❖ إذا كان $Q_c \succ Q_t$ نقول أن السلسلة محل الدراسة غير مستقرة.

❖إذا كان $Q_c \prec Q_t$ نقول أن السلسلة محل الدراسة مستقرة.

2-1-2 اختبار إحصاءة *(L-B)*:

تعطى العلاقة الرياضية لهذا الإختبار، المقترح من طرف لجينغ بوكس (*Ljung-Box*)، الذي يصلح للعينات الكبيرة[2] ، كما يلي:

$$Q^* = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\left[\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}\right] \to \chi_m^2$$

إذا كانت ε_t تشكل صدمات عشوائية فإن الإحصائية Q^* تتبع تقريباً قانون *KHI-DEUX* بدرجة حرية $(n-k)$ حيث أن قيمة الاختبار لـــ *Ljung-Box* أحسن مما عند *Box-Pierce* [3].

2-2 اختبارات التوزيع الطبيعي *(Les tests de normalité)*:

يهدف هذا الإختبار إلى الكشف عن إمكانية توزيع معاملات دالتي الإرتباط لذاتي البسيطة والجزئية للبواقي، وفق التوزيع الطبيعي، بوسط معدوم وتباين يساوي $\frac{1}{n}$ (حيث: n عدد مشاهدات السلسلة)[1]، ويتم ذلك بانيًا أو حسابياً.

1 -Damodar .N, **Basic Econometrics** ,Third Edition , Mc Gran-hill international Editions, 1995, P71.

2 – عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سبق ذكره، ص620.

3 Michel Tenenhaus, Op-cit, pp: 307 - 309.

●**بيانيـــا**: وذلك عن طريق ملاحظة معالم دالتي الإرتباط الذاتي البسيطة والجزئية للبواقي التي يجب أن تقع داخل مجال معنوية معبر عنه بخطين متوازيين[2].

●**حسابيـــا**: هناك العديد من الإختبارات أهمها:

1-2-2 إختبارات التفرطح والإلتواء:

ويتم هذا الإختبار بالفرضيات التالية:

H_0: التوزيع غير طبيعي

H_1: التوزيع طبيعي

2-2-2 إختبار إحصاءة *Skewness* :

وتكون صيغة هذا الإختبار كما يلي:

$$v_1 = \frac{\left|\beta_1^{1/2} - 0\right|}{\sqrt{\frac{6}{n}}}$$

حيث: $\beta_1^{1/2} = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}$ ، $\beta_1^{1/2} \rightarrow N\left(0; \sqrt{\frac{6}{n}}\right)$

ويتم الحكم كما يلي: (تقارن بـــ 1.96)

$|v_1| \prec 1.96$ إذن: نقبل الفرضية H_0 وهذا يعني أن التوزيع غير طبيعي.

$|v_1| \succ 1.96$ إذن: نقبل الفرضية H_1 وهذا يعني أن التوزيع الطبيعي.

3-2-2 إختبار إحصاءة *Kurtosis* :

وتكون صيغته كالتالي:

$$v_2 = \frac{\left|\beta_2 - 3\right|}{\sqrt{\frac{24}{n}}}$$

حيث: $\beta_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}$ ، $\beta_2 \rightarrow N\left(3; \sqrt{\frac{24}{n}}\right)$ و $\mu_k = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^k$

ويتم الحكم كما يلي:

$|v_2| \prec 1.96$ إذن: نقبل الفرضية H_0 وهذا يعني أن التوزيع غير طبيعي.

$|v_2| \succ 1.96$ إذن: إذن: نقبل الفرضية H_1 وهذا يعني أن التوزيع الطبيعي.

4-2-2 إختبار إحصاءة جاك بيرا *Jarque- Bera* :

ويتكون من الإختبارين السابقين ويتم وفق:

إذا كان: $J - B \succ \chi^2_{(1-\alpha)}(2)$ نقبل الفرضية H_0 وهذا يعني أن التوزيع غير طبيعي.

إذا كان: $J - B \prec \chi^2_{(1-\alpha)}(2)$ نقبل الفرضية H_1 وهذا يعني أن التوزيع الطبيعي.

حيث:

$$J - B = \frac{n}{6}\beta_1^{1/2} + \frac{n}{24}(\beta_2 - 3)^2$$

---

[1] – مولود حشمان، **نماذج وتقنيات التنبؤ قصير المدى**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2002، ص169.

[2] – المجال يوجد في البرامج الإحصائية بخطين متوازين متقطعين.

2-3 إختبار جذر الوحدة للإستقرار:

إن إختبارات ديكي فولار تعتمد فقط على كشف مركبة الإتجاه العام، بل أنها تساعد على تحديد الطريقة المناسبة لجعل السلسلة مستقرة[1]، ومن أجل فهم هذه الإختبارات لا بد من التفريق بين نوعين من النماذج غير المستقرة[2] .

2-3-1 النموذج TS *(Trend Stationary)*[3]:

هذه النماذج غير مستقرة حيث تأخذ الشكل التالي: $Y_t = f(t) + \varepsilon_t$

حيث أن: $f(t)$ دالة كثير حدود للزمن و ε_t: تشويش أبيض

وأكثر هذه النماذج يأخذ شكل كثير حدود من الدرجة الأولى ويكتب من الشكل: $Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varepsilon_t$

هذا النموذج غير مستقر، لأن وسطه مرتبط بالزمن، لكننا نجعله مستقرا بتقدير المعالم $\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1$ بطريقة المربعات الصغرى، حيث نقوم بـــ: $Y_t - \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1$

2-3-2 النموذج DS *(Differency Stationary)*[4]:

هذه النماذج أيضا غير مستقرة، وتأخذ الشكل: $Y_t = Y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$

حيث نستعمل الفروقات لجعلها مستقرة أي: $(1-B)^d Y_t = \beta + \varepsilon_t$

β: ثابت حقيقي B: معامل التأخر d: درجة الفروقات

وفي هذه النماذج عادة ما تستعمل الفروقات من الدرجة الأولى أي: $(d=1)$ وتأخذ شكلين:

- ❖ إذا كانت: $\beta = 0$ يسمى النموذج DS بدون مشتقة، ويكتب: $Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$
- ❖ إذا كانت: $\beta \neq 0$ يسمى النموذج DS بالمشتقة ويكتب: $Y_t = Y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$

2-3-3 إختبار ديكي فـــولر(*Dickey-Fuller*):

تعمل إختبارات ديكي – فولر على البحث في الإستقرارية أو عدمها لسلسلة زمنية ما، وذلك بتحديد مركبة الإتجاه العام، سواء كانت تحديديه أو عشوائية.

لنعتبر نموذج من الشكل *AR(1)* لسلسلة أحادية، تكون لدينا فيها ثلاث حالات حسب قيم (φ):

$$Y_t = \varphi Y_t + \varepsilon_t \qquad \text{حيث: } \lambda = \varphi - 1$$

$|\varphi| < 1$:أو $\lambda \prec 1$ حيث: $\lambda = \varphi - 1$ السلسلة Y_t مستقرة، والمشاهدات الحالية لها وزن أكبر من المشاهدات الماضية.

---

[1] – سعيد هتهات، **دراسة اقتصادية و قياسية لظاهرة التضخم في الجزائر**، مذكرة ماجستير، تخصص دراسات اقتصادية، جامعة ورقلة، الجزائر ،2005، ص141.

[2] - Bourbounnais R, Op-cit, p230.

[3] – سعيد هتهات، مرجع سبق ذكره، ص141.

[4] – نفس المرجع، ص142.

$\varphi =1$: أو $1 \prec \lambda$ حيث: $\lambda = \varphi - 1$ السلسلة Y_t غير مستقرة، وللمشاهدات الحالية نفس وزن المشاهدات الماضية، و بالتالي يجب تحديد درجة تكامل السلسلة .

$|\varphi| > 0$: أو $1 \prec \lambda$ حيث: $\lambda = \varphi - 1$ السلسلة Y_t غير مستقرة و تباينها يتزايد بشكل أسي مع t و المشاهدات الماضية لها وزن كبير مقارنة بالمشاهدات الحالية .

2-3-3-1 إختبار ديكي فـــولر البسيط *Dickey-Fuller (DF)* :

تقترح ديكي و فـــولر فرضية العدم التالية :

$$\begin{cases} H_0: & \lambda = 0 \\ H_1: & \lambda \neq 0 \end{cases}$$

حيث تعني فرضية العدم أن المتغير له مسلك عشوائي بينما الفرضية الثانية فتعني أنه مستقر و لاختبار هذه الفرضية نقوم بتقدير النماذج (1)،(2)،(3) بإستعمال طريقة المربعات الصغرى:

النموذج الأول: $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + \varepsilon_t$

النموذج الثاني: $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + c + \varepsilon_t$

النموذج الثالث: $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + c + bt + \varepsilon_t$

هذا الإختبار صالح في حالة *AR(1)* فقط .

2-3-3-2 إختبار ديكي فـــولر المطور *Dickey-Fuller Augmenté(ADF)*[1]:

في النماذج السابقة عند استعمالنا لاختبار ديكي – فولر البسيط، فإن النموذج ε_tعبارة عن صدمات عشوائية إفتراضا، وبذلك أهملنا احتمال ارتباط الأخطاء، لذلك فإن إختبار ديكي فولر الصاعد (المطور) عمل على إدراج هذه الفرضية، إن هذا الإختبار يرتكز على الفرضية $(H_1 : |\phi_1| \prec 1)$ وبالتقدير بواسطة المربعات الصغرى للنماذج[2]:

النموذج السادس: $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1}.\Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t$

النموذج الخامس: $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1}.\Delta Y_{t-j} + c + \varepsilon_t$

النموذج الرابـــع: $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1}.\Delta Y_{t-j} + c + bt + \varepsilon_t$

إن اختبار *ADF* يحمل نفس خصائص إختبار *DF*، بحيث يستخدم الفروق ذات الفجوات الزمنية ΔY_{t-j+1} حيث: $\Delta Y_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2}$ ، $\Delta Y_{t-2} = Y_{t-2} - Y_{t-3}$ ،...،إلخ ويتم إدراج عدد من الفروق ذات الفجوة الزمنية حتى تختفي مشكلة الارتباط الذاتي[3].

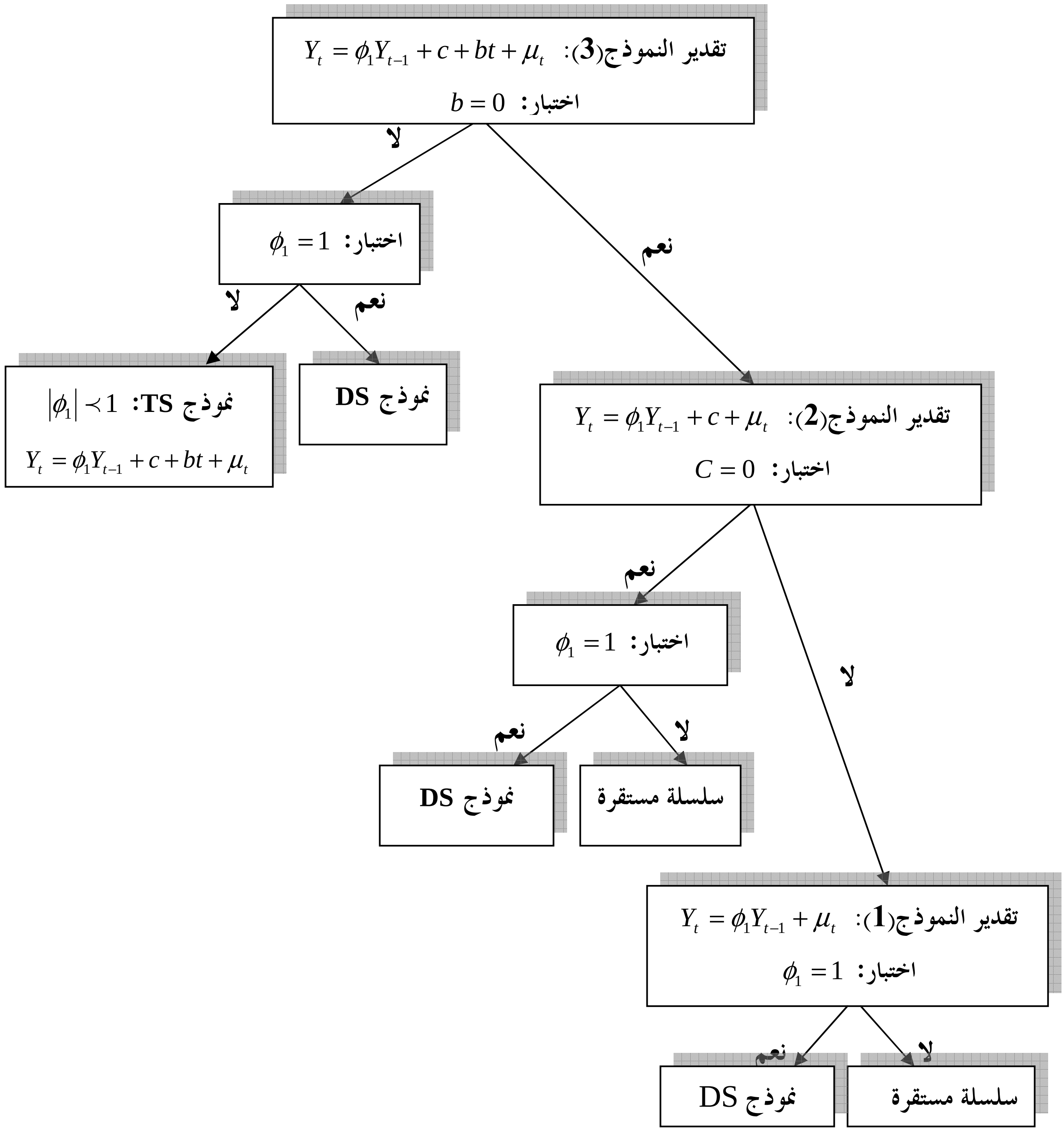
منهجية مبسطة لاختبارات الجذر الأحادي:

---

[1]- ADF :Augmented Dickey Fuller.
[2]- Bourbounnais R,Op-cit, p234.

[3] – عبد القادر محمد عبد القادرعطية، مرجع سبق ذكره، ص623.

الشكل رقم(2-8):منهجية مبسطة لاختبارات الجذر الأحادي[1]



2-3- 4 إختبار فيليبس – بيرون *pp*[2] :

يقترح فيليبس و بيرون (*phillips-Perron*) تصحيح غير معلمي لإحصاءات إختبارات ديكي و فولر، و هذا الإختبار يسمح بإلغاء التحيزات الناتجة عن المميزات الخاصة للتذبذبات العشوائية، و له نفس التوزيعات المحدودة لإختبار *(ADF)* و *(DF)*.ويجرى هذا الاختبار على أربعة مراحل[3]:

---

[1]- Bourbounnais R,Op-cit,p236.
[2] -Phillips- Perron, , testing For à Unit roots in time series Regression, Biometrica, vol. 75, 1986, P102.
[3]- Bourbounnais R,Op-cit,p234.

❖ تقدير النماذج القاعدية الثلاثة لاختبار ديكي- فولر بواسطة المربعات الصغرى، مع حِساب الإحصائيات الموافقة.

❖ تقدير التباين المعطى في الأجل القصير: $\hat{\delta}^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e_t^2$ حيث: e_t: تمثل البواقي.

❖ تقدير المعامل المصحح s_1^2 حيث: $s_1^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} e_t^2 + 2\sum_{i=1}^{L}\left(1-\frac{i}{L-i}\right)\frac{1}{n}\sum_{t=i+1}^{n} e_t e_{t-i}$

من أجل تقدير هذا التباين من الضروري إيجاد عدد التأخيرات L حيث: L عدد التأخيرات المقدر بدلالة عدد المشاهدات الكلية n على النحو التالي: $L \approx 4\left(\frac{n}{100}\right)^{2/9}$

❖ حساب إحصائية فيليبس وبيرون pp : $t^*_{\hat{\phi}_1} = \sqrt{k} \times \frac{(\hat{\phi}_1 - 1)}{\hat{\delta}_{\hat{\phi}_1}} + \frac{n(k-1)\hat{\delta}_{\hat{\phi}_1}}{\sqrt{k}}$ مع:

$k = \frac{\hat{\delta}^2}{s_1^2}$ والذي يساوي الواحد- في الحالة التقريبية – عندما يكون e_t: تشويش أبيض، وتقارن هذه الإحصائية مع القيمة الحرجة لــ: (*Mackinnon*).

5-3-2 إختبار *KPSS*[1] :

اقترح هذا الإختبار سنة 1992 من طرف كوياتكوسكي (*Kwiatkowski*) ، وهو يعتمد على إختبار مضاعف لاغرانج *LM* ، يرتكز على فرضية إنعدام الإستقرارية بعد تقدير النموذجين الثاني و الثالث، ثم نحسب المجموع الجزئي للبواقي $S_t = \sum_{i=1}^{t} e_t$، ثم نقدر التباين S_t^2 (كما يستعمل في إختبار فليبس – بيرون).

$$S_t^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t^2 + 2\sum_{i=1}^{l}(1-\frac{i}{l+1})\frac{1}{n}\sum_{t=i+1}^{n} e_t e_{t-i}$$

لتكون إحصاءة *LM* كتالـــي:

$$LM = \frac{1}{S_t^2}\frac{\sum_{t=1}^{n} S_t^2}{n^2}$$

لنرفض الإستقرارية عندما تكون هذه الإحصائية أكبر من القيمة الحرجة، ونقبل فرضية الإستقرارية إذا كانت الإحصائية *LM* المحسوبة أصغر من القيمة الحرجة[2].

[1] - **K**wiakowski – **P**hillips –**S**chmidt – **S**hin.
[2] – Bourbonnais R , **Econométrie** , 6ème Edition , Dunod , Paris , 2005 , P233.

المبحث الثالث: أنواع النماذج الخطية والتنبؤ بإستخدام السلاسل الزمنية:

المطلب الأول: أهم أنواع النماذج الخطية

سوف نُسلط الضوء في هذا الجزء من بحثنا، على النماذج التي تشرح تحرك السلسلة الزمنية بواسطة قيمها الحالية والماضية، حيث نبدأ بالنماذج المبسطة للسلاسل الزمنية من نوع المتوسط المتحرك ونماذج الانحدار الذاتي بالنسبة للسيرورات المستقلة، ثم نعرج للنماذج المختلطة التي تسمى بنماذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك *ARMA*[1]

1- نماذج الانحدار الذاتي من الدرجة *AR(p), p*[2]:

يكتب الانحدار من الدرجة *p*، للسلسلة الزمنية Y_t ويرمز له بــ: *AR(p)*، حيث يعطى بالعلاقة التالية:

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + ... + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \delta + \sum_{i=1}^{p} \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

- حيث: δ : ثابت
- ε_t : الخطأ العشوائي في الفترة الحالية *t*

وعادة ما يفسر نموذج الانحدار الذاتي بواسطة معامل التأخير *L* حيث:

$$Y_t = \delta + \phi_1 L Y_t + \phi_2 L^2 Y_t + ... + \phi_p L^p Y_t + \varepsilon_t$$

$$\Rightarrow \left(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - .... - \phi_p L^p\right) Y_t = \delta + \varepsilon_t \Rightarrow \phi(L) Y_t = \delta + \varepsilon_t$$

حيث: $\phi(L) = \left(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - .... - \phi_p L^p\right)$

1-1 شروط إستقرارية نموذج *AR(p)*:

لتكون السيرورة *AR(p)* مستقرة فيجب أن يكون وسطها غير متغير بالنسبة للزمن، فإذا كان (الوسط) منتهيا فمن الضروري أن تكون: $\sum_{i=1}^{p} \phi_i \prec 1$، إن هذا الشرط ضروري لكنه غير كافي لضمان الاستقرار حيث توجد شروط أخرى يجب أن تتحقق، وبوضع: $y_t = Y_t - \delta$، وانطلاقا من النموذج المكتوب أعلاه(الخاص بمعامل التأخير) يكون لدينا: $\phi(L) y_t = \varepsilon_t$ إذن: $y_t = \phi^{-1}(L) \varepsilon_t$

وحتى يكون النموذج *AR(p)* مستقرا يجب أن يكون قابلا للإنعكاس، أي يمكن كتابته على شكل نموذج نهائي للأخطاء العشوائية، وبعبارة أخرى يجب أن يكون جذر كثير الحدود $\phi(L)$ بالقيمة المطلقة أقل من الواحد أي[3]:

$\forall i = 1....p$: $|r_i| \prec 1$ ، حيث: $\phi(L) = (1 - r_1)(1 - r_2 L^2)......(1 - r_p L_p)$

1- **A**uto**R**egressive **M**oving **A**verage

2- **A**uto **R**égressif

3- Bresson G., Michaud j-c, **Econométrie des série temporelle théorie et application**, P.U.F, paris, 1995, p22.

2-1 دالة الارتباط الذاتي (FAC):

تتغير معاملات هذه الدالة باتجاه واحد بالنسبة لــ: *AR(p)* حيث أنها تنطلق من واحدة وتبقى في تناقص مستمر، غير أنها لا تنعدم بسرعة في حالة الاستقرار مما يصعب تحديد درجة النموذج وهي تساعد على:

- ✓ الكشف على مدى وجود الارتباط بين المشاهدات من خلال حساب معاملات الارتباط الذاتي بين هذه المشاهدات في فترات مختلفة.
- ✓ تحديد مدى إستقرارية السلسلة الزمنية، ويتجلى ذلك في تلاشي المعلومات بسرعة أي قبل درجة والتي تعادل $\frac{n}{4}$.
- ✓ كشف أسباب عدم الاستقرار.

3-1 دالة الارتباط الذاتي الجزئية بالنسبة لــ *AR(p)*:

الحالة التي يصعب فيها معرفة النموذج *AR(p)* ، بواسطة دالة الارتباط الذاتي (*FAC*) نستعمل دالة الارتباط الجزئية (*FACP*) وذلك من خلال معاملاتها التي تنعدم بعد الدرجة p، والتي تتبع قانون التوزيع الطبيعي، ولهذا يجب التأكد من انعدام هذه المعاملات عندما تكون $k \succ p$

2- نماذج المتوسط المتحرك (MA)[1]:

نقول عن السلسلة الزمنية Y_t، في سيرورة المتوسط المتحرك ذو الرتبة $q \geq 1$ مفسرة بواسطة متوسط مرجح للأخطاء العشوائية التي نرمز لها بالرمز *MA(q)* حيث نعبر عنها بالصيغة الرياضية التالية:

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - .... - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

حيث: $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_q$: يمكن أن تكون موجبة أو سالبة.

$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, ..., \varepsilon_{t-q}$: متوسطات متحركة لقيم الحد العشوائي في الفترة t والفترات السابقة.

q : كميات حقيقية $q \in R$ ومستقلة عن t.[2]

بإدخال مشغل الإزاحة للخلف L على المعادلة أعلاه نجد:

$$Y_t = \mu - \theta_1 L \varepsilon_{t-1} - \theta_2 L^2 \varepsilon_{t-2} - .... - \theta_q L^q \varepsilon_{t-q}$$
$$Y_t = \mu + \left(\theta_1 L - \theta_2 L^2 - ...... - \theta_q L^q\right)\varepsilon_t$$
$$Y_t = \mu + \theta(L)\varepsilon_t$$

1-2 شروط إستقرار نموذج (MA):

$$E(Y_t) = \mu$$
$$V(Y_t) = \delta_\varepsilon^2 \left[1 + \sum_{j=1}^{q} \theta_j^2\right]$$

---

[1]- **M**oving **A**verage

[2]- Michoud j-c, David M , **la prévision approche empirique d'une méthode statistique**, paris,1989, p54.

حيث: $k = 1,2,......,q$ $\rho_k = \frac{-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + ...+ \theta_{q-k}\theta_q}{1+\theta_1^2+\theta_2^2+......+\theta_q^2}$

دالة الارتباط الذاتي للنموذج *MA(q)* تنعدم بعد الفجوة الزمنية q حيث: $\rho_k = 0 \to k \succ q$

ملاحظات:

- نماذج *MA(q)* مستقرا دوما كونها عبارة عن ترتيبة خطية للصدمات العشوائية.
- تكون نماذج *MA(q)* انعكاسية إذا كان مجموع جذور $\theta(L)$ أصغر من الواحد.
- إذا كانت نماذج *MA(q)* انعكاسية فإنها تكون مستقرة والعكس غير صحيح.

3- نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة *ARMA(p,q)*:

هناك سيرورات عشوائية لا يمكن نمذجتها على أنها مجرد متوسط متحرك أو إنحدار ذاتي فقط، إلا أننا في الواقع نجد أن معظم النماذج عبارة عن نماذج مختلطة، أي أن هناك نوعا من النسق بين *MA(q)* و *AR(p)*، والذي يكتب بالعلاقة الرياضية التالية[1]:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + ...+ \phi_p Y_{t-p} + \delta + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \theta_2\varepsilon_{t-2} - ....- \theta_q\varepsilon_{t-q}$$

إن الشرط الضروري لإستقرار السيرورة *ARMA(p,q)* هو: $\sum_{i=1}^{p}\phi_i \prec 1$، بحيث يكون وسطها ثابت عبر الزمن ، ويعطي النتيجة التالية: $\mu = \frac{\delta}{1-\sum_{i=1}^{p}\phi_i}$

ومن خصائص دالة الارتباط الذاتي للسيرورة *ARMA(p,q)* أنها تأخذ الشكل الانحداري بعد الفجوة الزمنية q أي تتناقص بشكل أسي انطلاقا من $k \succ p$.[2]

أما دالة الارتباط الجزئي فإنها تأخذ شكل دالة الارتباط الجزئي لنموذج المتوسطات المتحركة بعد الفجوات الزمنية p أي تتناقص بشكل أسي انطلاقا من $k \succ p$.[3]

1-3 الشرط الضروري لاستقرار نماذج *ARMA(p,q)*[4] :

بإدخال معامل التأخير L على الصيغة الرياضية أعلاه الخاصة بنماذج *ARMA(p,q)* تصبح:

$$(1-\phi_1 L - \phi_2 L^2 - ....- \phi_P L^P)y_t = (1-\theta_1 L - \theta_2 L^2 - ......- \theta_q L^q)\varepsilon_t$$

$$\phi(L)y_t = \theta(L)\varepsilon_t \Leftrightarrow ARMA(p,q)$$

حيث: y_t هي انحراف Y_t عن وسطها، وإذا كانت Y_t مستقرة فإن : $\phi^{-1}(L)$ يجب أن تتقارب، ويتطلب ذلك أن تكون جذور المعادلة المميزة تقع خارج دائرة الواحد لتكون الحلول $L_L, L_2,....., L_p$ للمعادلة $\phi(L) = 0$ كلها أكبر

---

[1] – مولود حشمان، مرجع سبق ذكره، ص 141.

[2] -.Tenenhaus M, **Méthodes statistiques en gestion**, Dunod, paris ,1994, p295.

[3] - Bresson G, Michaud j.c, Op-cit, p38.

[4] – صالح تومي، مرجع سبق ذكره، ص 176.

من الواحد بالقيمة المطلقة، وإذا تحقق ذلك نكتب المعادلة: $\phi(L)y_t = \theta(L)\varepsilon_t$ على الشكل:

$$y_t = \phi^{-1}(L)\theta(L)\varepsilon_t$$

ونقول عن y_t بأنها قابلة للعكس إذا استطعنا كتابة المعادلة من الشكل: $\theta^{-1}(L)\phi(L)y_t = \varepsilon_t$ ومنه إذا استطعنا قلب السيرورة *ARMA(p,q)* إلى السيرورة *AR(p)* فقط، وإذا كانت Y_t قابلة للقلب، فإن $\theta^{-1}(L)$ يجب أن تتقارب بشرط أن تقع جذور المعادلة المميزة $\theta(L)=0$ خارج دائرة الواحد.

4- نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المكامل *ARIMA(p,d,q)*[1]:

غالبا ما تكون السلاسل الزمنية غير مستقرة، فيقال عليها أنها متكاملة، إذن فإن الفكرة الأساسية هي تطبيق على هذه السلاسل طريقة الفروقات من الدرجة الأولى $(1-L)$ حتى نحصل على نموذج مستقر.

حيث أن هذه النماذج المتجانسة غير المستقرة *ARIMA(p,d,q)* تكتب على الشكل الرياضي التالي:

$$\phi(L)(1-L)^d Y_t = \delta + \theta(L)\varepsilon_t \Leftrightarrow ARIMA(p,d,q)$$

أو:

$$\phi(L)\Delta^d Y_t = \delta + \theta(L)\varepsilon_t$$

5- النماذج الموسمية المختلطة *SARIMA*:

نظرا لوجود المركبة الفصلية في السلاسل الزمنية، الشيء الذي يؤدي إلى ارتفاع كل من p و q، وبالتالي يصعب تقديرها، من أجل ذلك وضع كل من بوكس وجينكنز نموذج *SARIMA* الفصلية الذي تسمح للإحصائي العمل مباشرة بالسلاسل الخامة وتجنبه كذلك تقدير المعامل الفصلي لنموذج *SARIMA* انفصاليا.

❖ **النماذج الفصلية الأصلية:**

نقول أن النموذج Y_t بأنه يحقق الفصلية تماما من الدرجة (p,d,q) إذا حقق مايلي:

$$(1-\phi_1 L^s - \phi_2 L^{2s} - .... - \phi_p L^{ps})w_t = (1-\theta_1 L^s - \theta_2 L^{2s} - .... - \theta_q L^{qs})\varepsilon_t$$

$$\phi(L^s) = (1-\phi_1 L^s - \phi_2 L^{2S} - .... - \phi_p L^{ps})$$

$$\theta(L^s) = (1-\theta_1 L^S - \theta_2 L^{2s} - ...... - \theta_q L^{qs})$$

❖ **النماذج الفصلية المختلطة المضاعفة:**

نقول عن النموذج Y_t أنه يستجيب لنموذج الفصلية المضاعف من الدرجة (p,d,q) إذا حقق العلاقة التالية: $W_t = (1-L^s)^D (1-L)^d Y_t$ مع : $(1-L^s)^d$ يمثل الفروق المتتالية من الدرجة d ، كما يمثل $(1-L^s)^D$ الفروق الموسمية من الدرجة D اللذان يستخدمان لتحقيق إستقرارية Y_t.

---

[1]- Autoregressive Integrated Moving Average Process

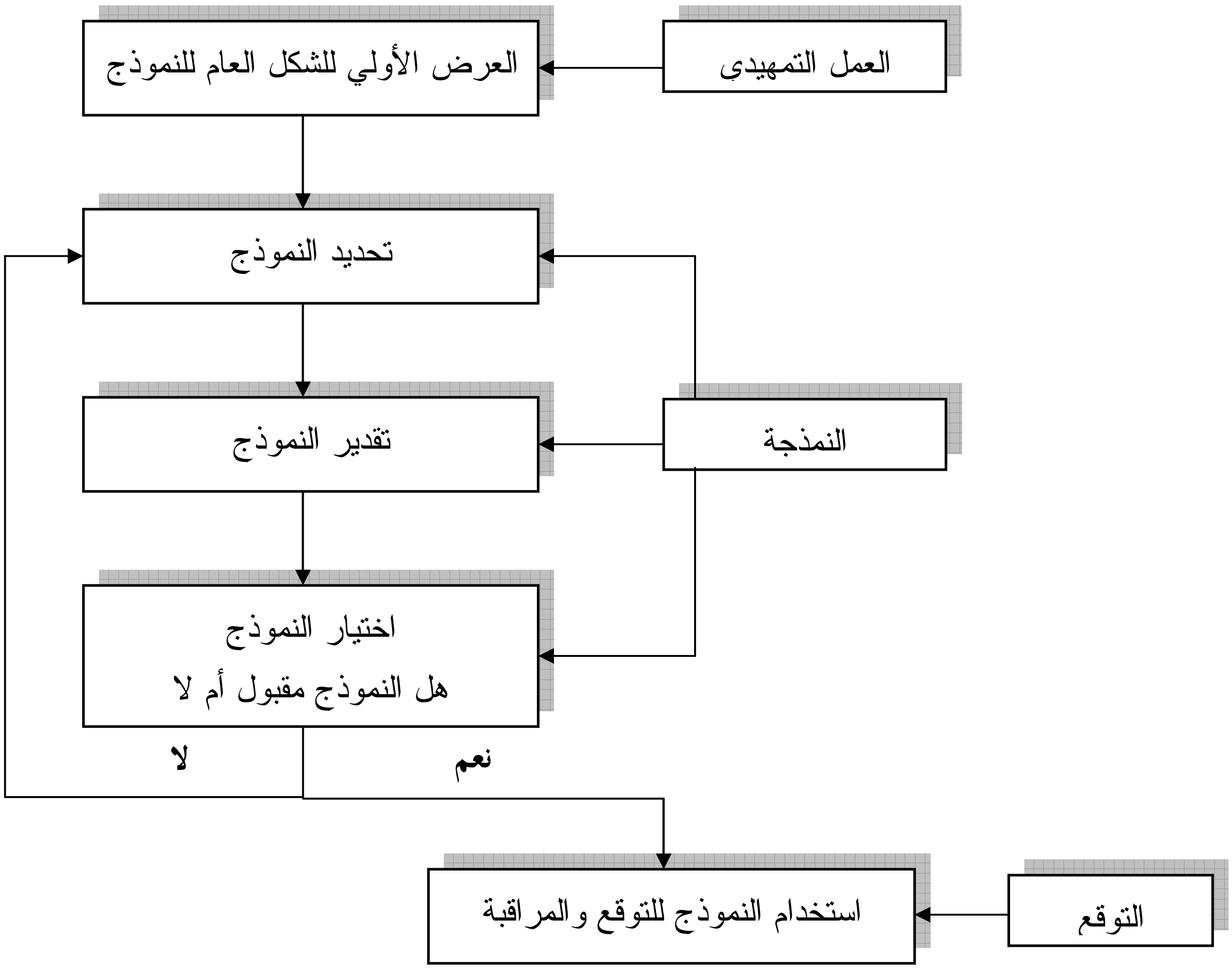
المطلب الثاني: مفاهيم عامة وأساسية لطريقة بوكس- جينكنز

تعد طريقة بوكس و جينكنز (*Box-Jenkins*) سنة 1970م طريقة جد هامة، وبصفة عامة في الحالات التي يكون فيها النموذج إبتدائي غير مطروح مسبقا، حيث تعتبر هذه الطريقة جد غنية ودقيقة من الناحية المنهجية، إلى جانب هذا فإنها من بين طرق التنبؤ قصير المدى، حيث تعطينا تنبؤات المتغير الاقتصادي لمدة 12 شهر، وهي طريقة تشترط وجود :

- ✓ سلسلة زمنية طويلة تحتوي على الأقل 50 مشاهدة.
- ✓ خبرة ومهارة الباحث فيما يخص عملية الكشف عن النموذج الدقيق والأكثر ملائمة للسلسلة الزمنية.

والمخطط التالي يبين الخطوات التسلسلية والأساسية حسب بوكس و جينكنز لبناء نموذج خطي لسلسلة زمنية واحدة، بغرض التوقع والمراقبة في المدى القصير:

الشكل رقم(2-9): منهجية بوكس – جينكنز في بناء نماذج السلال الزمنية الخطية



المصدر: Box Geb-Jenkins G,M, **Time serie analysis, forecasting and control, Holdenday**,1976,p19.

سنتطرق في هذا المبحث إلى عرض بعض المفاهيم العامة والأساسية من خلال تبسيط وتوضيح وإعطاء فكرة مبسطة

1- مفاهيم عامة:

1-1 الصدمات العشوائية (*bruit blanc*):

وهي عبارة عن متتالية عشوائية مستقلة عن بعضها البعض أي غير مرتبطة ولها نفس التباين ونرمز لها بالرمز (ε_t) وتسمى أيضا بالشوشرة البيضاء ويمكن تلخيص خصائصها فيما يلي :

$$\begin{cases} \varepsilon_t \longrightarrow N(0,\delta^2) \\ E(\varepsilon_t)=0 \\ V(\varepsilon_t)=\delta^2 \\ COV(\varepsilon_t,\varepsilon_{t-h})=0 \end{cases}$$

2-1 السياق المستقر (*processus stationnaire*):

يمكن القول عن السياق (X_t) إنه مستقر إذا كان تباينه ومتوسطه مستقل عن الزمن ويعبر عنه رياضيا كما يلي :

$$\begin{cases} E(Y_t)=\mu \\ V(Y_t)\langle +\infty \\ COV(Y_t Y_{t-h})=V(h) \end{cases}$$

إن الوصول إلى اختيار النموذج الأنسب لسلسلة المدروسة يتطلب المرور بأربعة مراحل وهي :

- ✓ مرحلة التعرف على النموذج (*Identification*).
- ✓ مرحلة التقدير (*Estimation*).
- ✓ مرحلة الاختبار (*Validation*).
- ✓ مرحلة التنبؤ (*prévision*).

2- مرحلة التعرف على النموذج :

تعتبر هذه المرحلة من أهم المراحل لأنه يتم من خلالها التعرف على النموذج الأكثر توافقا مع السلسلة الزمنية وذلك من خلال دراسة بدالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (*auto-corrélation partielle*) وتحليل منحنياتها البيانية والتي تسمح بتحديد النماذج الملائمة ولكن الأهم في هذه المرحلة هو التأكد من إستقرارية السلسلة الزمنية (Y_t) والتخلص من مركبة الاتجاه العام والمركبة الفصلية وذلك بتطبيق طريقة الفروقات :

- طريقة الفروقات من الدرجة الأولى وذلك بتطبيق المعادلة :

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \Leftrightarrow \Delta Y_t = (1-L)Y_t$$

أي تصبح هي ΔY_t السلسلة المستقرة

وفي حالة السلسلة ΔY_t غير مستقرة نواصل في تطبيق طريقة الفروقات إلى غاية الوصول إلى السلسلة $\Delta^d X_t$ مستقرة حيث أن $\Delta^d Y_t = (1-L)^d Y_t$

حيث L : معمل التأخر

d : درجة الفروقات

3- مرحلة التقدير:

بعد التعرف على النموذج المرافق للسلسلة (Y_t) وذلك بتحديد كل من *(p.d.q)* في المرحلة الأولى، تأتي المرحلة الموالية والتي تتمثل في تقدير المعامل ϕ,θ

حيث:

$$\phi = \phi_1.\phi_2......\phi_p$$
$$\theta = \theta_1.\theta_2.....\theta_q$$

وذلك بإستعمال طريقة المعقولية العظمى (*Maximum de vraisemblance*) التي تعتمد على مبدأ تصغير مربعات البواقي $\min(\phi.\theta) = \sum_{t=1}^{n} \varepsilon_t^2$

حيث : $\varepsilon_t = Y_t - \hat{Y}_t$ و $\varepsilon_t \rightarrow N(0.\delta^2)$

$\hat{Y}_t$: المشاهدة في اللحظة *t* معطاة النموذج المقدر كما يمكننا أيضا تقدير المعاملات باستعمال طريقة المربعات الصغرى (*MCO*).

4- مرحلة الاختبار:

بعـــد الانتهاء من مرحلتي تحديـــد وتقدير النموذج نتطرق إلى اختبار قوة النموذج ومدى توافـــق النموذج *ARIMA (p.d.q)* المختار في مرحلة التعرف والمقدر في مرحلة التقدير مع المعطيات المتوفرة والاختيارات التي تطبق على النموذج وهي :

4-1 إختبار دالة الإرتباط الذاتي للسلسلة:

وذلك بمقارنة دالة الإرتباط الذاتي للسلسلة الأصلية مع تلك المتولدة عن النموذج (المقدر)، فإذا لوحظ وجود إختلاف جوهري بينهما، فإنه يكون دليلا قطعيا على فشل عملية التحديد، وهذا ما يستدعي إعادة بناء النموذج وتقديره من جديد، أما إذا تشابهت الدالتان كما هو في الحال عند مقارنة دالتي الإرتباط الذاتي، فإننا ننتقل إلى دراسة وتحليل بواقي النموذج، وهذه العملية تتطلب حساب ورسم دالة الإرتباط الذاتي لهذه البواقي.

4-2 تحيل دالة الإرتباط الذاتي للبواقي (اختبار *Box Pierce*) :

تحت فرضية توزيع معاملات هذه الدالة طبيعيا أي: $r_k \rightarrow N\left(0,\frac{1}{n}\right)$

فإن:

$$Q = n\sum_{i=1}^{k} r_i^2 \sim \chi^2_{k-p-q}$$

حيث: r_k معطى بالعلاقة: $r_k = \frac{\sum(e_t.e_{t-1})}{\sum e_t^2}$ أين e_t تساوي: $e_t = \hat{\Phi}(L)\hat{\theta}^{-1}(L)Y_t$

ومقارنة الإحصائية Q مع χ^2_{k-p-q} نقبل مباشرة أو نرفض فرضية العدم التي تقول أن كل معاملات دالة الإرتباط الذاتي بواقي معدومة.

- ✓ إذا كانت: $Q \prec \chi_{k-p-q}$ فإننا نقبل الفرضية H_0 .
- ✓ إذا كانت: $Q \succ \chi_{k-p-q}$ فإننا نرفض الفرضية H_0 .

3-4 إختبار *Ljung-Box-Pierce Statistic*:

يعرف هذا الإختبار بـ *Modified Box-Pierce* ويحسب من طرف معظم البرامج الإحصائية مثل: *SPSS, TSP* ...إلخ، إذ إنه يمكن إستعمال Q^* بدلا من Q حيث أن هذا الأخير يعاني من نفس عيوب R^2 (لا يتأثر بزيادة المتغيرات المفسّرة) حيث:

$$Q^* = n(n+2)\sum_{i=1}^{k}(n-i)r_i^2 \quad \sim \chi^2_{k-p-q}$$

عند إختبار الإحصائية Q أو Q^* يمكن رفع مستوى المعنوية من 5% إلى 10% وهذا الإجراء وارد نظرا لضعف المعنوية في الميدان التطبيقي.

4-4 معايير المقارنة بين النماذج المرشحة:

❖ **معيار *Ackaike*:**

يرمز له بالرمز (AIC) ويعرف بالعلاقة التالية:

$AIC = \hat{\sigma}^2 \exp\left\{2\left(\frac{p+q}{n}\right)\right\}$ حيث: $\hat{\sigma}^2 = s^2$ محسوبا بطريقة المعقولية العظمى و $(p+q)$: عدد معالم النموذج

ويكون الإختيار على أساس أصغر قيمة للمعيار.

❖ **معيار *Schwarz* :**

ويعطى بالعلاقة التالية: $BIC = Ln(\hat{\sigma}^2) + \left(\frac{p+q}{n}\right)Ln(n)$

ويكون الإختيار على أساس أصغر قيمة للمعيار.

❖ **معيار *Hannan-Quinn*:**

يرمز له بالرمز φ ويكتب بالشكل: $\varphi(p,q) = Ln(\hat{\sigma}^2) + (p+q)C^{\frac{LnLn(n)}{n}}$ مع: $C \succ 2$

حيث: $\hat{\sigma}^2 = s^2$ محسوبا بطريقة المعقولية العظمى ويساوي: $\frac{\sum e_t^2}{n}$

يكون النموذج الأفضل الذي يعطي أقل قيمة أي: $Min\varphi(p,q)$

المطلب الثالث: التنبؤ وأساليبه

تناولنا فيما سبق المراحل الثلاثة (التعرف والتقدير ثم الاختبار) التي نتبعها حتى نتحصل على النموذج المقبول، نتطرق إلى آخر عملية، والتي تتمثل في التنبؤ و حسابه وتشكيل مجال الثقة.

1- مفهوم التنبؤ :

هناك العديد من المفاهيم للتنبؤ وفيما يلي بعض منها:

➤ التنبؤ هو عملية عرض حالي لقيم مستقبلية باستخدام مشاهدات تاريخية بعد دراسة سلوكها في الماضي[1].

---

[1] - مولود حشمان، مرجع سبق ذكره، ص177.

- التنبؤ العلمي هو تقدير كمي للقيم المتوقعة للمتغيرات التابعة في المستقبل القريب بناء على ما هو متـــاح لدينا من معلومات عن الماضي والحاضر[1].
- التنبؤات الاقتصادية هي تقديرات كمية لتلك المتغيرات في المستقبل القريب، معتمدة بذلك علـــى أحـــد أساليب التنبؤ[2].

2- حساب التنبؤ:

يعرف التنبؤ على أنه عملية عرض حالي لمعلومات مستقبلية بإستخدام مشاهدة تاريخه بعد دراسة سلوكها في الماضي[3]، فالهدف منه هو معرفة متغير ما في فترات مستقبلية.

ليكن (Y_t) نموذج مستقر حيث :

$$Y_t = \sum_{i=0}^{\infty} \psi_i \varepsilon_{t-1} \qquad \psi_0 = 1$$

$$= \varepsilon_t + \psi_1 \varepsilon_{t-1} + \psi_2 \varepsilon_{t-2} ....$$

و :

$$\varepsilon_t \xrightarrow{loi} N\left(0.\delta^2\right)$$

ومن أجل التنبؤ بالقيم (Y_{t+h}) يمكن كتابته كما يلي:

$$Y_{t+h} \varepsilon_{t+h} + \psi_1 \varepsilon_{t+h-1} + \psi_2 \varepsilon_{t+h-2} + ... + \psi_{h-1} \varepsilon_{t+1} + \psi_h \varepsilon_t + \psi_{h+1} \varepsilon_{t-1} + ...$$

وعليه تكون $_t\hat{Y}(h)$ يمكن معرفة بـــ :

$$\hat{Y}_t(h) = \psi_h \varepsilon_t + \psi_{h+1} \varepsilon_{t-1} + ...$$

حيث :

$$p\left(Y_{t+j} / Y_t\right) = \begin{cases} Y_{t+j} & si \quad j \leq 0 \\ \hat{Y}_{t(j)} & si \quad j \rangle \ 0 \end{cases}$$

$$p\left(\varepsilon_{t+j} / Y_t\right) = \begin{cases} \varepsilon_{t+j} & si \quad j \leq 0 \\ 0 & si \quad j \rangle \ 0 \end{cases}$$

بالنسبة لخطأ التنبؤ، فيحسب بالعلاقة الآتية :

$$e_t(h) = Y_{t+h} - \hat{Y}_t(h)$$

$$= \varepsilon_{t+h} + \psi_1 \varepsilon_{t+h-2} + ... + \psi_{h-1} \varepsilon_{t+1}$$

$$= \varepsilon_{t+h} + \sum_{i=1}^{h-1} \psi_i \varepsilon_{t+h-i}$$

وتباينه، يعطى بالعلاقة :

---

[1] – عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سبق ذكره، ص 583.

[2] –www.arab-api.org/course4/c4_1_1.htm12/02/2008

[3] – مولود حشمان مرجع سبق ذكره، ص 35.

$$V(e_t(h)) = E\left(Y_{t+h} - \hat{Y}_t(h)\right)^2$$
$$= \delta^2\left[1+\psi_1^2+\psi_2^2+.....+\psi_{h-1}^2\right]$$
$$= \delta^2\sum_{i=1}^{h-1}\psi_i^2$$

وأملـــه الرياضي : $E(e_t(h)) = 0$

وفي حالة ما إذا كان النموذج $X_t \to SARIMA(p.d.q)(p.o.\varphi)$

ويكتب بالشكل : $\Delta^d\phi_p(\beta)\nabla_s^d\phi_p(\beta^s)X_t = \theta_q(\beta)\theta_\varphi(\beta^s)\varepsilon_t$

وبما أن تباينه لا يتغير فان : $e_t(h) = \delta^s\sum_{i=1}^{h-1}\psi_i^2$

حيث أن : $\psi(\beta) = \Delta^{-d}\phi_p(\beta)^{-1}\nabla_s^{-d}\phi_p(\beta)\theta_\varphi(\beta^s)$

3- حساب مجال الثقة:

إذا إفترضنا بأن الصدمات العشوائية (ε_t) تخضع لتوزيع طبيعي، فإن خطأ التنبؤ $e_t(h)$ يتبع قانون التوزيع الطبيعي أي أن :

$$e_t(h) \xrightarrow{loi} N\left(0 \ . \ \delta^2\sum_{i=1}^{h-1}\psi_i^2\right)$$

وهكذا نعرف مجال الثقة عند مستوى المعنوية $(\%\alpha)$ كما يلي :

$$Y_{t+h} = \hat{Y}_t(h) \mp u_{1-\alpha/2}\delta\left(1+\psi_2^2+.........+\psi_{h-1}^2\right)$$

4- أنواع التنبـــؤ[1]:

إنطلاقا من عدة معايير يمكن أن نميز بين أنواع كثيرة للتنبؤ نذكر منها ما يلي:

(أ)- صيغة التنبؤ: ونفرق هنا بين تنبؤ النقطة وتنبؤ الفترة:

- **تنبؤ النقطة**: هو التنبؤ بقيمة واحدة للمتغير التابع في كل فترة مقبلة، أي إعطاء قيمـــة واحـــدة متوقعـــة للمتغير محل الدراسة.
- **تنبؤ الفترة**: فهو تنبؤ مدى أو مجال معين تقع ضمنه قيمة المتغير التابع وبإحتمال معين، بمعنى إعطاء قيمـــة دنيا وقيمة قصوى للقيمة المتنبأ بها.

(ب)- فترة التنبـــؤ:

بناء على هذا المعيار يمكن أن نميز بين نوعين من التنبؤ، تنبؤ قبل التحقق وتنبؤ بعد التحقق، وكلا النوعين يتنبآن بالقيم التي تلي فترة تقدير النموذج، إلا أن التنبؤ بعد التحقق يتوقع قيما للمتغير التابع في فترة متاحة عنها بيانـــات فعلية، وهذا يتيح فرصة للتأكد من مدى صحة التوقعات من خلال مقارنتها بالبيانات الفعلية المتاحة، أمـــا فيمـــا يتعلق بالتنبؤ قبل التحقق فهو يحدد قيم المتغير التابع في فترات مستقبلية لا تتاح عنها بيانات خاصة بالمتغير التابع.

[1] – عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سبق ذكره، ص583.

(ج)- درجة التأكد:

وفقاً لهذا المعيار يمكن التفرقة بين نوعين من التنبؤ هما التنبؤ المشروط والتنبؤ غير المشروط:

التنبؤ المشروط:

فإن قيم إحدى المتغيرات التفسيرية التي سيتم على أساسها توقع قيم المتغير التابع لا تكون معروفة على وجه التأكيد وإنما يتعين توقعها أو تخمينها، ومن ثم فإن دقة التنبؤ بقيمة المتغير التابع تكون مشروطة بمدى دقة القيم المفترضة للمتغير التفسيري.

التنبؤ غير المشروط:

يتمثل في التنبؤ بقيم المتغير التابع بناء على معلومات مؤكدة متاحة عن المتغيرات التفسيرية، ومن ثم فإن كل أنواع التنبؤ بعد التحقق تعتبر تنبؤًا غير مشروط.

(د)- درجة الشمول:

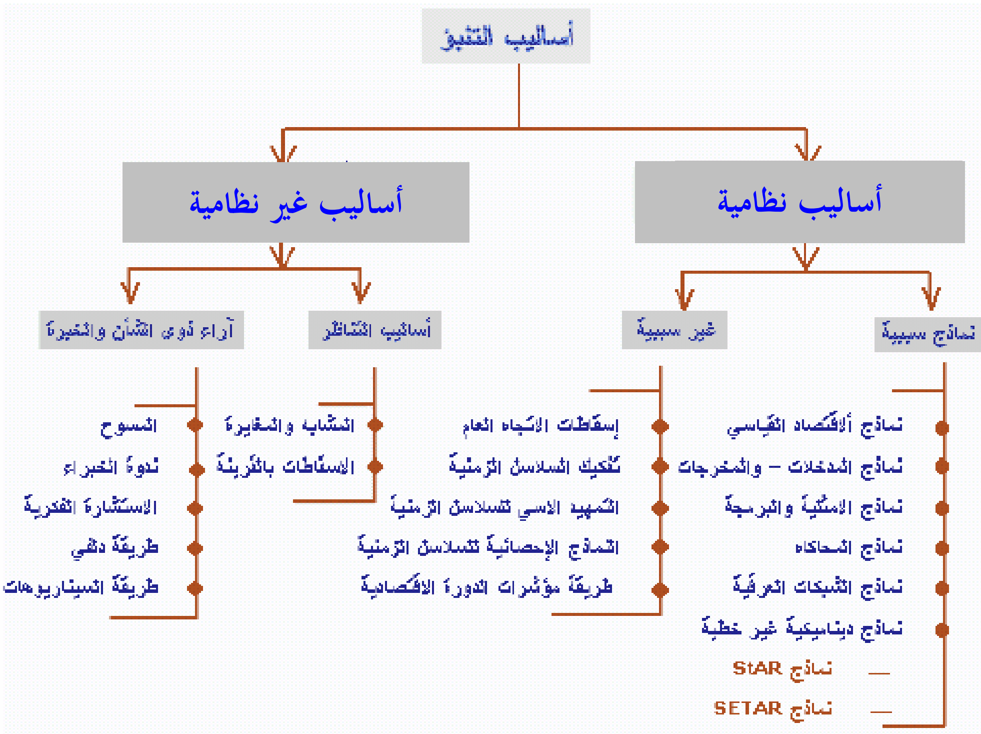
نقصد بدرجة الشمول عدد المعادلات المكونة للنموذج، وفي هذا الصدد قد يتم التنبؤ باستخدام نموذج مكون من معادلة واحدة، أو باستخدام نموذج مكون من عدة معادلات.

5- أساليب التنبؤ[1]:

هناك العديد من الأساليب المتبعة في عملية التنبؤ، وتعتبر منهجية التنبؤ المتبعة واحد من بين عـــدد مـــن المعايير المستخدمة في تقسيم أساليب التنبؤ، هذا المعيار يقسم أساليب التنبؤ إلى أساليب نظامية و أســـاليب غـــير نظامية، وكل أسلوب يتفرع إلى تقسيمات أخرى، والشكل التالي يوضح ذلك:

[1]- http:/www. bbekhti.online.fr/articles/Modele%20de%20 prévision.doc22/01/2008

الشكل(2–10): أساليب التنبؤ



المصدر: www.arab-api.org/course4/c4htm

أ– الأساليب النظامية:

تعتمد هذه الأساليب على قاعدة صريحة بشأن جميع المتغيرات التفسيرية التي تفسر سلوك الظاهرة، وإستنادا على النظرية الاقتصادية بتحديد جميع المتغيرات التي تدخل في تفسير الظاهرة على شكل نموذج رياضي قابل للتقدير، وتنقسم إلى مجموعتين: نماذج سببية و نماذج غير سببية.

❖ **النماذج السببية:**

يعتمد المتغير محل الدراسة على متغيرات تفسيرية تفسر سلوكه، وبالاعتماد على ظاهرة معينة في تفسير الظاهرة محل الدراسة، ويتم صياغة العلاقة على شكل نموذج رياضي قابل للتقدير، مثال على ذلك إستهلاك الأسر من سلعة معينة C، بمداخيل تلك الأسر Y، وسعر السلعة P، واستنادا لنظرية الطلب يتم صياغة النموذج: $C = a + bY + cP$، ثم تقدير معالم النموذج: a,b,c باستخدام الوسائل الإحصائية المتوفرة، مثال: طريقة المربعات الصغرى .

من أهم النماذج السببية:

- نماذج الاقتصاد القياسي.
- نماذج المدخلات والمخرجات.
- نماذج البرمجة الخطية.
- نماذج المحاكاة.

❖ **النماذج غير السببية:**

تعتمد هذه النماذج على القيم التاريخية للمتغير المراد التكهن بقيمته المستقبلية ولا تحتاج إلى تحديد المتغيرات التي تفسر سلوكه، ومن أهم النماذج غير السببية:

- إسقاطات الاتجاه العام.
- النماذج الإحصائية للسلاسل الزمنية.

ب- الأساليب غير النظامية:

تعتمد على التقدير الذاتي، ولا تحتاج إلى قاعدة أو تحديد المتغيرات التي تفسر سلوك المتغير موضوع الاهتمام، إنما تعتمد على الخبرة والتقدير الشخصي، وتنقسم إلى مجموعتين: أساليب التناظر والأساليب المعتمدة على آراء ذوي الشأن والخبرة.

خلاصـــــة :

تعرضنا في هذا الفصل إلى دراسة الجانب القياسي النظري للسلاسل الزمنية وذلك بتطرقنا إلى ثلاثة عناصر أساسية وهي:

❖ قمنا بعرض منهجية الإقتصاد القياسي، من خلال إعطاء بعض المفاهيم العامة والأساسية، وتحليل الإنحدار الخطي البسيط والمتعدد، هناك مجموعة من الخصائص التي يجب أن تتوفر في النموذج القياسي حتى نطمئن لجودة التقديرات التي حصلنا عليها، و من ثم يمكن الاعتماد عليها، و يمكن إيجاز هذه الخصائص فيما يلي:

- ✔ أن يكون النموذج متماشيا مع قواعد و افتراضات النظرية الاقتصادية؛
- ✔ أن يكون النموذج قادرًا على تفسير الظواهر التي تحدث في الواقع؛
- ✔ أن تكون تقديرات المعاملات دقيقة، بمعنى أنها يجب أن تمثل أفضل تقريب للقيم الحقيقية للمعلمات.
- ✔ أن يكون النموذج قادرا على تقديم توقعات أو تنبؤات دقيقة عن القيم المستقبلية لمتغيراته؛
- ✔ أن يقدم النموذج العلاقات بين المتغيرات الاقتصادية بأبسط طريقة ممكنة.

❖ تطرقنا إلى أهم عناصر تحليل السلاسل الزمنية، من خلال إعطاء بعض المفاهيم حول السلاسل المستقرة وغير المستقرة،كذلك مركبات السلسلة الزمنية وهي:

- ✔ الإتجاه العام.
- ✔ التغيرات الموسمية.
- ✔ التغيرات الدورية.
- ✔ التغيرات العشوائية.

إضافة إلى ذلك، دراسة الإستقرارية للسلسلة الزمنية و إختبارات الكشف عن هذه المركبات :

- ✔ إختبار دانيال لكشف مركبة الإتجاه العام.
- ✔ إختبار كريستال واليس لكشف المركبة الموسمية.

❖ وفي خطوة أخيرة، تعرضنا إلى أهم أنواع النماذج الإنحدارية:

$$AR(p), MA(q), ARMA(p,q), ARIMA(p,d,q), SARIMA(p,d,q)$$

كذلك إلى إبراز مفاهيم عامة حول طريقة بوكس- جينكتر ، وأخيرا إلى التنبؤ من خلال إبراز مفهومه وكيفية حسابه، وحساب مجال الثقة، كما بينا أساليب التنبؤ منها الأساليب النظامية (النماذج السببية و النماذج غير السببية) و الأساليب غير النظامية.

الفصل الثالث

النماذج غير الخطية ونماذج

ARCH

تمهيــــــد:

تطرقنا في الفصل السابق إلى دراسة نظرية للسلاسل الزمنية، التي ساهمت بدور كبير في نمذجة الكثير من الظواهر الإقتصادية، و التي إستطاعت أن تعطي لعدة نظريات صُورة رياضية تساعد على التنبؤ بالقيم المستقبلية لها، إلا أن ما يؤخذ على هذه الصيغ الخطية أنها لا تستطيع أن تترجم الصفة الحركية لهذه الظواهر، و هذا ما أدى إلى عرقلة تطور عدة جوانب النمذجة في السلاسل الزمنية، ففرضية الخطية التي تتصف بها هذه النماذج تستلزم أن تتميز المكونات الزمنية بوقت واحد، إضافة إلى ذلك أن ثبات السيرورة ***ARMA***، لا يسمح بأخذ الميكانيزمات غير المتناظِرة بعين الإعتبار، أما فيما يخص نموذج الإنحدار الذاتي *AR(p)*، فهو يفسّر القيمة الحالية للسلسلة بدلالة القيم الماضية، و من ثم لا يستغل إستغلالاً كاملاً للمعلومات الموجودة في السلسلة، وفي هذا الفصل سنلقي الضوء على النماذج الغير خطية للسلاسل الزمنية، التي عرفت تطورًا كبيرًا، حيث بدأ تطور تحليل الظاهرة غير الخطية مرورا بالرياضيات والفيزياء وغيرها من العلوم التقنية، ثم إنتقل بعد ذلك إلى الاقتصاد، مع أخذ نماذج أخرى غير خطية تقدم انحدارًا ذاتيًا للتباين الشرطي باستعمال معلومات سابقة سميت بنماذج *ARCH* بالتحليل الكافي، لنرى ما مدى نجاعتها بالتنبؤ بالقيم المستقبلية، كما سنتطرق للصيغ الحديثة الناتجة عنها.

لتكون منهجية هذا الفصل كالتالي:

- **المبحث الأول: النماذج الغير خطية للسلاسل الزمنية.**
- **المبحث الثاني: نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس تباينات الأخطاء.**
- **المبحث الثالث: النماذج المستحدثة عن *ARCH*.**

المبحث الأول: النماذج الغير خطية للسلاسل الزمنية.

هناك عدة طرق لإدراج عدم الخطية في نماذج السلاسل الزمنية، إذ إقترح عدد من الباحثين في السبعينيات أشكالاً غير خطية لحل كل مشاكل *ARMA* ، يتميز النموذج الغير خطي بديناميكية منذ عدة سنين، عكس النموذج الخطي الذي يتميز بشكل فردي مستمر.

توجد فكرة للتفريق بين السيرورات غير الخطية، هذه الفكرة ترتكز على مقاربتين، الأولى مبنية على أساس امتدادات غير خطية للسيرورة *ARMA*، التي تسمح خصوصاً بضبط الميكانيزمات الخاصة بعدم التناظر(*asymétrie*) والبدء (*seuil*)، ومن أجل تخصيص هاتين الظاهرتين الأخيرتين طوَّر القياسيون العديد من النماذج منها:

- ✓ نماذج مزدوجة الخطية *Modéles Bilinéaires (Granger et Anderson,1978)*
- ✓ نماذج الإنحدار الذاتي الأسية *Modéles Exponentiels Autoregressifs*
- ✓ نماذج ذات العتبات المطورة إنطلاقا من أعمال طونغ (*tong*) التمهيدية(1979) *Modéles à seuils*
- ✓ نماذج *MA* غير الخطية *Modéles MA non linéaires*

وسنحاول تخصيص هذا المبحث لدراسة صيغ النماذج غير الخطية المتمخِضة عن المقاربة الأولى، فيما نترك المباحث الأخرى لتحليل نماذج *ARCH* وإبراز خصائصها.

المطلب الأول: النماذج مزدوجة الخطية.

إن من محطات التساؤلات التي واجهت الاقتصاديين القياسيين في بداية السبعينيات من القرن الماضي، هو كيفية إدراج العنصر غير الخطي لنماذج السلاسل الزمنية، وهذا لحل المشاكل والعراقيل التي واجهتها *ARMA* آنذاك، وهذا ما شجع كل من قرانجر أندرسن وبريستلي(*Pristley* و *Granger Anderson*)سنة 1978م، على صياغة نماذج جديدة تتميز بإزدواجية الخطية، مع وضع الإجراءات الخاصة بها، وتعد هذه النماذج إمتدادًا للنماذج المختلطة *ARMA* ، لكنها أكثر تعقيدًا حيث تدخل حدود إضافية متقاطعة لـ $Y_{t-1}\varepsilon_{t-1}$.

1- صيغة نماذج مزدوجة الخطية وأنواعها:

تعطى معادلة إزدواجي الخطية على الشكل:

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p}\phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^{q}\theta_j Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{Q}\lambda_{ij} Y_{t-i}\varepsilon_{t-j}$$

حيث ε : يمثل تشويش أبيض *Bruit Blanc*.

من خلال الصيغة نلاحظ أن هذا النموذج له أربع رتب، ويرمز له بالرمز *BL(p,q,P,Q)*.

وتختلفُ أنواعهُ من خلال مستويات المؤشرات *i* و*j*، حيث هناك ثلاث أشكال:

✓ إذا كان: $j \succ i$ يسمى نموذج قطري علوي ويأخذ الشكل التالي:

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p} \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^{p} \theta_j Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{Q} \lambda_i Y_{t-i}\varepsilon_{t-j}$$

✓ إذا كان: $i = j$ يسمى نموذج قطري ويأخذ الشكل التالي:

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p} \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^{p} \theta_j Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{ij} Y_{t-i}\varepsilon_{t-j}$$

✓ إذا كان: $j \prec i$ يسمى نموذج قطري سفلي ويأخذ الشكل التالي:

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p} \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^{p} \theta_j Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{Q} \lambda_i Y_{t-i}\varepsilon_{t-j}$$

2- خصائص نماذج مزدوجة الخطية:

من خلال إيضاح خصائص هذه النماذج غير الخطية، نعرض مثالاً عن النموذج $B(0,0,2,1)$

$$Y_t = \varepsilon_t + \lambda_{21} Y_{t-2}\varepsilon_{t-1}$$

وبما أن λ_{21} وحيدة، نضع $\lambda_{21} = \lambda$. وتكون خصائص السيرورة Y في هذه الحالة:

✓ متوسط معدوم: $E(Y_t) = E(\varepsilon_t) + \lambda E(Y_{t-2}\varepsilon_{t-1}) = 0$

حيث أن: $E(\varepsilon_t) = 0$، وأن الخطأ ε_t مستقل عن مشاهدات السلسلة قبل اللحظة t (Y_{t-h}).

✓ الارتباط الذاتي لتأخير k:

$$E(Y_t Y_{t-y}) = E[(\varepsilon_t + \lambda Y_{t-2}\varepsilon_{t-1})(\varepsilon_{t-k} + \lambda Y_{t-k-2}\varepsilon_{t-k-1})]$$
$$= E(\varepsilon_t\varepsilon_{t-k} + \lambda^2 Y_{t-2}Y_{t-k-2}\varepsilon_{t-1}\varepsilon_{t-k-1} + \lambda Y_{t-2-k}\varepsilon_t\varepsilon_{t-k-1} + \lambda Y_{t-2}\varepsilon_{t-1}\varepsilon_{t-k})$$

في حالة $k \succ 1$ يصبح لدينا:

$$E(Y_t Y_{t-k}) = E[\varepsilon_t\varepsilon_{t-k} + \lambda^2 Y_{t-2}Y_{t-k-2}\varepsilon_{t-1}\varepsilon_{t-k-1} + \lambda Y_{t-k-2}\varepsilon_t\varepsilon_{t-k-1} + \lambda Y_{t-2}\varepsilon_{t-1}\varepsilon_{t-k}]$$
$$= E(\varepsilon_t)E(\varepsilon_{t-k}) + \lambda^2 E(\varepsilon_{t-1})E(Y_{t-2}Y_{t-k-2}\varepsilon_{t-k-1}) + \lambda E(\varepsilon_t)E(Y_{t-k-2}\varepsilon_{t-k-1}) + \lambda E(\varepsilon_{t-1})E(Y_{t-2}\varepsilon_{t-k}) = 0$$

(لأن: $E(\varepsilon_t) = 0$ و$E(\varepsilon_{t-1}) = 0$)

في حالة $k = 1$:

$$E(Y_t Y_{t-k}) = E(\varepsilon_t)E(\varepsilon_{t-1}) + \lambda^2 E(\varepsilon_{t-1})E(Y_{t-2}Y_{t-3}\varepsilon_{t-2}) + \lambda E(\varepsilon_t)E(Y_{t-3}\varepsilon_{t-2}) + \lambda E(Y_{t-2})E(\varepsilon_{t-1}^2) = 0$$

في حالة $k = 0$، التعويض:

$$E(Y_t^2) = E(\varepsilon_t^2 + \lambda^2 Y_{t-2}^2\varepsilon_{t-1}^2 + 2\lambda Y_{t-2}\varepsilon_t\varepsilon_{t-1}) = E(\varepsilon_t^2) + \lambda^2 E(Y_{t-2}^2)E(\varepsilon_{t-1}^2) + 2\lambda E(Y_{t-2})E(\varepsilon_t)E(\varepsilon_{t-1})$$

وهي علاقة تراجعية للتباين الهامشي $V(Y_t)$.

- وما دام المقدار $2\lambda E(Y_{t-2})E(\varepsilon_t)E(\varepsilon_{t-1}) = 0$ فإن:

$$E(Y_t^2) = E(\varepsilon_t^2) + \lambda^2 E(Y_{t-2}^2)E(\varepsilon_{t-1}^2) = \delta^2 + \lambda^2 E(Y_{t-2}^2)\delta^2$$

- ومن أجل الاستقرار يوجد حل وحيد: $E(Y_t^2) - \lambda^2 E(Y_{t-2}^2)\delta^2 = \delta^2 \Rightarrow (1-\lambda^2\delta^2)V(Y_t) = \delta^2$

- إذن التباين الهامشي يساوي (مع $\lambda^2\delta^2 \succ 1$): $V(Y_t)=\dfrac{\delta^2}{(1-\lambda^2\delta^2)}$

يمكن أن نبين للنموذج حلاً مستقرًا وحيدًا يعطى من العلاقة: $Y_t=\sum_{j=1}^{+\infty}\lambda^j\varepsilon_{t-2j}\prod_{h=1}^{j}\varepsilon_{t-2h+1}+\varepsilon_t$

التنبؤ بأفق واحد على الفترة t يساوي: $\lambda Y_{t-1}\varepsilon_t$، وتكون بذلك نسبة التباين المفسر لهذا التنبؤ يساوي:

$$Var(\lambda Y_{t-1}\varepsilon_t)\big/Var(Y_t)=\lambda^2\delta^2$$

ومن جهة أخرى التباين الشرطي لـــ Y_t وجود Y_{t-2} يساوي:

$$E\left(Y_t^2\big/Y_{t-2}\right)=E\left(\varepsilon_t^2+\lambda^2Y_{t-2}^2\varepsilon_{t-1}^2+2\lambda Y_{t-2}\varepsilon_t\varepsilon_{t-1}\big/Y_{t-2}\right)=\delta^2+\delta^2\lambda^2Y_{t-2}^2$$

وهذا يبين أن النموذج مشروط بعدم تجانس تباينات الأخطاء، أي أن التباين الشرطي للسيرورة Y_tمرتبط بالقيم الماضية لهذه السيرورة، مما يعني وجود أثر من نوع $ARCH$. وفي هذه الحالة نستعمل نماذج غير خطية من أجل النمذجة الديناميكية في سرعة التقلبات الشرطية .

3- نماذج الارتباط الذاتي غير الخطية:

كان الفضل في صياغة هذه النماذج لـــ أوزاكي و هاقان (*Haggan*و*Ozaki*), (1978م)، التي تتميز خلافًا عن سابقتها برسم بعض خصائص الاضطرابات العشوائية غير الخطية، وبمقتضى هذه النماذج يمكن إدراج صفة غير الخطية في التعبير عن القيمة الحالية للسلسلة Y_tعن طريق دالة غير خطية للقـــيم الماضـــية$(Y_{t-1},Y_{t-2},......)$، وتختلف أشكال هذه النماذج حسب صيغة الدالة المعرفة لها، حيث نجد عدة أنواع:

1-3 نماذج الإرتباط الذاتي لكثيرات الحدود:

تكون Y_t مفسَّرة بواسطة كثير الحدود للقيم الماضية حيث:

$$Y_t=\phi_1Y_{t-1}+\phi_2Y_{t-2}+.......\phi_pY_{t-p}+Q(Y_{t-1},Y_{t-2},......,Y_{t-p})+\varepsilon_t=\sum_{i=1}^{p}\phi_iY_{t-i}+Q(Y_{t-1},Y_{t-2},.....,Y_{t-p})+\varepsilon_t$$

حيث: $Q(Y_{t-1},Y_{t-2,......,}Y_{t-p})$ هو كثير حدود غير خطي للمتغيرات $(Y_{t-1},Y_{t-2},.....,Y_{t-p})$.

2-3 نماذج الانحدار الذاتي الأسية الموسعة (*Extended Exponentiel AR Model*):

3-2-1صيغة نماذج الانحدار الذاتي الأسية الموسعة:

تكون القيمة الحالية Y_tمفسَّرة بواسطة حدود كثيرات أسية، من الشكل:

$$Y_t=\sum_{i=1}^{p}\phi_iY_{t-i}+Q(Y_{t-1},Y_{t-2},......,Y_{t-p})+\varepsilon_t$$

حيث:

$$Q(Y_{t-1},Y_{t-2},....,Y_{t-p})=\sum_{i=1}^{p}\left(\sum_{j=0}^{s}\pi_{ij}Y_{t-1}^{j}.e^{-\gamma Y_{t-1}^2}\right)Y_{t-i}+\varepsilon_t$$

ومنه:

$$Y_t=\phi_1Y_{t-1}+\phi_2Y_{t-2}+....+\phi_pY_{t-p}+\sum_{i=1}^{p}\left(\sum_{j=0}^{s}\pi_{ij}Y_{t-1}^{j}.e^{-\gamma Y_{t-1}^2}\right)Y_{t-i}+\varepsilon_t$$

$$Y_t = \left(\phi_1 + \left(\sum_{j=0}^{p} \pi_{1j} Y_{t-1}^{j}\right).e^{-\gamma Y_{t-1}^2}\right) Y_{t-1} + \ldots\ldots\ldots + \left(\phi_p + \left(\sum_{j=0}^{p} \pi_{pj} Y_{t-1}^{j}\right).e^{-\gamma Y_{t-1}^2}\right) Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

2-2-3 تقدير نماذج الانحدار الذاتي الأسية الموسعة:

لتقدير معالم نموذج الانحدار الذاتي الأسي إقترح *Haggan*و*Ozaki*, ثلاث مراحل لذلك:

أ - تعيين قيمة γ

ب- تقدير المعالم $\{(\phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p); (\pi_{10}, \pi_{11}, \ldots, \pi_{1s}), \ldots\ldots (\pi_{p0}, \pi_{p1}, \ldots, \pi_{ps})\}$ بواسطة المربعات الصغرى (بإجراء انحدار Y_t على $\{Y_{t-1}, \pi_{10}\exp(-\gamma Y_{t-1}^2) Y_{t-1}, \ldots\ldots\}$)، بتغير الرتب العليا لــ p و s مع حساب معيار *AIC*[1] في كل مرة.

ج- في هذه المرحلة نعيد تقدير المعالم السابقة مع تغيير قيمة γ في المجال $[1,0]$...

المطلب الثاني: نماذج الانحدار الذاتي ذات الحدود (*Modéls Autoregressifs à seuils*):

اقترحت نماذج طار *TAR* (1978), (*Threshold Autorégressive TAR*) كتقريبات لنماذج غير خطية في الزمن على شكل معادلات متفرقة، وكان الفضل في صياغتها لــ *Tong* في أواخر السبعينيات من القرن الماضي.

لنفرض أن السيرورة Y تحقق في كل لحظة t واحدة من عدة بيانات مختلفة حسب قيمة متغيرة أخرى X، بمعنى أن كل معادلة تقابل نظام (*régime*) خاص بالمتغيرة X_t، ويكون بذلك شكل هذه النماذج في حالة حد وحيد، ومتغير X_t على النحو[2]:

$$Y_t = \begin{cases} \sum_{i=1}^{p_1} \phi^{(1)} Y_{t-1} + \varepsilon_t & si \quad X_t \leq \alpha \\ \sum_{i=1}^{p_2} \phi^{(2)} Y_{t-1} + \varepsilon_t & si \quad X_t \succ \alpha \end{cases}$$

وفي سنة 1988م اقترح روي، ميلارد (*Roy,Mélard*) استخدم نماذج جزئية لــ *ARMA* في مكان *AR*، والسماح لتباينات ε_t بأن تختلف بين هذه النماذج الجزئية، قبل ذلك أدخل كل من شان، طونغ (*Chan,Tong*) (*1986*م) إمكانية التغير الأملس (*changement lissage*) من خلال نماذج تسمى *STAR*.

وفي الحالة البسيطة التالية:

$$Y_t = \begin{cases} \phi^{(1)} Y_{t-1} + \varepsilon_t & si \quad Y_{t-1} \leq \alpha \\ \phi^{(2)} Y_{t-1} + \varepsilon_t & si \quad Y_{t-1} \succ \alpha \end{cases}$$

الشرط الضروري والكافي لإعطاء حل مستقر هو $\phi^{(1)} \prec 1, \phi^{(2)} \prec 1$ و $\phi^{(1)}\phi^{(2)} \prec 1$. ويكون التوزيع الهامشي لــ Y_t غير متناظر، حتى في الحالة لما توزيع ε_t متناظر بالنسبة للصفر[1]. ونستثني الحالة التي يكون فيها $\phi^{(1)} = \phi^{(2)}$.

---

1 – يرمز به لمعيار *Ackaike* (تعرفنا عليه في الفصل السابق).

2-Jean-jacques Droesbeke ,Bernard Fichet, Philippe Tassi, **ModilisationARCH , Théorique Statistique et application dans le domaine de la finance** ,Edition de l'universite de Bruxelles, Belgique, 1994,p41.

1- نماذج *Self Excited Threshold Autorégressive SETAR*:

بمقتضى هذا النوع من النماذج تأخذ السيرورة Y قيمها في الزمن t، وفقا لقيم أخرى متأخرة عن تلك اللحظة، بحيث يكون الشكل العام لنموذج $SETAR$ محدد بنظام ذو L معادلة كما يلي:

$$Y_t = \begin{cases} \phi_0^{(1)} + \sum_{i=1}^{p_1} \phi_i^{(1)} Y_{t-i} + \varepsilon_t^{(1)} & si \quad Y_{t-d} \le r_1 \\ \phi_0^{(2)} + \sum_{i=1}^{p_2} \phi_i^{(2)} Y_{t-i} + \varepsilon_t^{(2)} & si \quad r_1 \le Y_{t-d} \le r_2 \\ \phi_0^{(L)} + \sum_{i=1}^{p_L} \phi_i^{(L)} Y_{t-i} + \varepsilon_t^{(L)} & SI \quad Y_{t-d} \ge r_{L-1} \end{cases}$$

- نلاحظ أن كل معادلة j من المعادلات $\{j \in (1,2,.....,L)\}$ تتبع سيرورة انحدار ذاتي AR من الرتبة: $\{AR(p_1), AR(p_2),......, AR(p_L)\}$ على التوالي حيث:

d: هو عدد صحيح موجب تمامًا، $(r_1, r_2,...., r_{L-1})$: هي معالم الحدود $(\varepsilon_t^{(1)}, \varepsilon_t^{(2)},...., \varepsilon_t^{L})$: تمثل تشويشات بيضاء غير متناسبة.

- نرمز لهذا الشكل من النماذج بـــ: $Y_t \to SETAT(1, p_1, p_2,...., p_L)$

ملاحظة(3-1):

- إذا كان: $\forall j : p_j = p$ أي: $p_1 = p_2 = ... = p_L$ فإن نموذج $SETAR(1, p, p,....., p)$ هـو نفسه نموذج $TAR(p)$. إن النمذجة $SETAR$ تسمح بأخذ بعين الاعتبار هيئات التأخيرات المختلفة لكل معادلة تحت النظام، بينما نجد في نماذج TAR أن درجة الارتباط الذاتي هي محددة ومتساوية في كل المعادلات.

- إن نموذج $SETAR(1, p)$ هو نفسه نموذج الانحدار الذاتي الخطي من الدرجة p .

2- نماذج الانحدار الذاتي الانتقالية *Smooth Transition Autorégressive STAR*:

نماذج الانحدار الذاتي الانتقالية $STAR$ هي إمتداد لنماذج TAR ذات نظامين، ويعطى نموذج $STAR$ من الرتبة p من الشكل: $Y_t = \pi_1 + \bar{\pi}_1 \bar{z}_t + f(Y_{t-d})(\pi_2 + \bar{\pi}_2 \bar{z}_t) + \varepsilon_t$

- حيث ε_t: تشويش أبيض مع: $\bar{\pi}_1 = (\pi_{11}, \pi_{12},....., \pi_{1p})$ و $\bar{\pi}_2 = (\pi_{21}, \pi_{22},....., \pi_{2p})$

- وما أن: $\bar{z}_t = \begin{pmatrix} Y_{t-1} \\ Y_{t-2} \\ \\ Y_{t-p} \end{pmatrix}$ نجد: $\bar{\pi}_1 \bar{z}_t = (\pi_{11}, \pi_{12},......, \pi_{1p}) \begin{pmatrix} Y_{t-1} \\ Y_{t-2} \\ \\ Y_{t-p} \end{pmatrix} = \sum_{j1}^{p} \pi_{1j} Y_{t-j}$

وبنفس الطريقة: $\bar{\pi}_2 \bar{z}_t = \sum_{j=1}^{p} \pi_{2j} Y_{t-j}$

---

[1] – برهن هذه الخاصية كل من: *Woolford ,Petrucceelli* (1984)، من خلال دراسة للتوزيع الهامشي لـــ Y_t في حالة تكون فيها السيرورة ε_tطبيعية.

ومنه يصبح النموذج من الشكل: $Y_t = \pi_1 + \sum_{j=1}^{p} \pi_{1j} Y_{t-j} + f(Y_{t-d})\left(\pi_2 + \sum_{j=1}^{p} \pi_{2j} Y_{t-j}\right) + \varepsilon_t$

$f(Y_{t-d})$: تمثل دالة الانتقال، وتأخذ قيمها بين $\{0،1\}$.

وفي سنة 1992م اقترح كل من تراسفرتا و أندرسن (Anderson و Terasvrta) دالتين للانتقال هما:

$$f_1(Y_{t-d}) = \frac{1}{1+e^{-\gamma(Y_{t-d}-c)}} \qquad ;\gamma \succ 0$$

$$f_2(Y_{t-d}) = 1+e^{-\lambda(Y_{t-d}-c)^2} \qquad ;\gamma \succ 0$$

✓ الدالة f_1 هي دالة انتقالية منطقية (*Logistique*) للمتغير Y_{t-d}، حيث إذا عوّضناها في نموذج STAR المنطقي ونرمز له بـ: (*Logistis Smooth Transition Autoégressive LSTAR*). وتأخذ الصيغة الرياضية التالية:

$$Y_t = \pi_1 + \sum_{j=1}^{p} \pi_{1j} Y_{t-j} + f_1(Y_{t-d})\left(\pi_2 + \sum_{j14}^{p} \pi_{2j} Y_{t-j}\right) + \varepsilon_t$$

- وفي حالة ما إذا كان $\gamma \to \infty$ تصبح f_1 من الشكل:

$$f_1(Y_{t-d}) = \begin{cases} 0 & si \quad Y_{t-d} \le c \\ 1 & si \quad Y_{t-d} \succ c \end{cases}$$

وبالتالي يصبح النموذج من الشكل: *TAR(P)*.

- أما في حالة $\gamma \to 0$ يصبح لدينا انحدار ذاتي خطي من الشكل: *AR(P)*.

✓ وإذا عوضنا الدالة f_2 في نموذج *STAR* ينتج لنا نوع آخر يسمى نموذج *STAR* الأسي، ونرمز له بـ: (*Exponentiel Smooth Transition Autorégressive ESTAR*):

$$Y_t = \pi_1 + \sum_{j=1}^{p} \pi_{1j} Y_{t-j} + f_2(Y_{t-d})\left(\pi_2 + \sum_{j=1}^{p} \pi_{2j} Y_{t-j}\right) + \varepsilon_t$$

حيث أن قيم هذا النموذج تتغير بطريقة متناسقة بالنسبة لـ*C*، وفي حالة $\lambda \to \infty$ أو $\gamma \to 0$ يصبح هذا النموذج خطي.

المطلب الثالث: نماذج المتوسطات المتحركة غير الخطية وغير المتناسقة

1- نماذج المتوسطات المتحركة غير الخطية:

تعطى نماذج MA غير الخطية بالصيغة الرياضية التالية:

$$Y_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^{q}\theta_i\varepsilon_{t-i} + \sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{q}\theta_{ij}\varepsilon_{t-i}\varepsilon_{t-j} + \sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{q}\sum_{k=1}^{q}\theta_{ijk}\varepsilon_{t-i}\varepsilon_{t-j}\varepsilon_{t-k} + \dots\dots\dots\dots$$

2- نماذج المتوسطات المتحركة غير المتناظرة *MA-Asymétique*:

تتميز هذه النماذج أنها تأخذ بعين الاعتبار إشارة ε_t، حيث بيَّن ويشر(*Wecher*) سنة 1981م أن صفة عدم التناظر لهذه السلاسل تجعل من Y_t يستجيب بطريقة مختلفة للاضطرابات ε_t حسب كونها موجبة أو سالبة، فنموذج *MA(1)* يحدد بـــ : $Y_t = \varepsilon_t - \theta^+\varepsilon_{t-1}^+ - \theta^-\varepsilon_{t-1}^-$

حيث: $\varepsilon_t^+ = \max(\varepsilon_t, 0), \quad \varepsilon_t^- = \min(\varepsilon_t, 0)$

وجدنا سابقاً أن متوسط السيرورة *MA(1)* (دون ثابت) معدوم، فإنه في حالة *MA(1)-Asymétrique* يساوي:

$$\mu_Y = \frac{(\theta^- - \theta^+)}{(\sqrt{2\Pi})}$$

أما التباين فهو: $Var(Y_t) = 1 - \mu_Y^2 + \left[(\theta^+)^2 + (\theta^-)^2\right]\big/2$

ونجد التباين المشترك من الدرجة الأولى : $\gamma_1 = -\frac{(\theta^- - \theta^+)}{2}$

ملاحظة (3-2):

- السيرورة *MA(1)* المتناسقة (المتناظرة) هي حالة خاصة من *MA(1)* غير المتناظرة، ونحصل عليها عندما تكون:

$\theta^- = \theta^+ = \theta$.

- في حالة $\theta^- = -\theta^+$ نجد أن: $\left[\gamma_1 = -\theta, \gamma_0 = 1 + \theta^2, \mu_Y = 0\right]$

المبحث الثاني:نماذج الإنحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس تباينات الأخطاء.

هناك عدة طرق لإدخال الغير خطية في نموذج السلاسل الزمنية، إقترح عدة مؤلفين في السبعينيات، اشكالاً غير خطية حل كل المشاكيل والعراقيل التي واجهتها نماذج *ARMA*، وهذا طرح *Granger* و *Anderson*، *Priestly* سنة 1978، الإجراءات الخاصة بالنماذج *Bilinéaires* من طرف *Jons* في نفس السنة، *Tong*و*Lim*سنة 1980، إقترحوا نماذج الإرتباط الذاتي *TAR) à seuils)*، *Ozaki* سنة 1985 إقترح نماذج الإرتباط الذاتي الأسية التي تستطيع أن تعمم القفزات في تطور السيرورة، أظهر *Wecker* أن السلاسل الزمنية يمكن هي الأخرى أن تعمم على شكل نماذج *MA-Asymétrique* حيث Y_t يستجيب بطريقة مختلفة للإظطرابات ε_t حسب كون إشارة هذه الأخيرة موجبة أو سالبة[1]، و لتعيين و تقدير الظواهر و ذوات الحدود طوّر الإقتصاديون القياسيون مجموعة من النماذج (نماذج الإرتباط الذاتي و المتوسطات المتحركة غير الخطية، نماذج الإزدواجية و نماذج تغيير النظم...[2])، مما أعطى نفساً جديدًا لعالم نمذجة السلاسل الزمنية.

وفي سنة 1982 جاء مقال الشهير لــ*Engle* [3]، الذي شهد ميلاد نماذج *ARCH*. والذي يظهر نوعان من نمذجة *ARCH*:

الأولى: تحتوي على نماذج *ARCH* الخطيـــة، اقترح *Bollersev*سنة 1986 النماذج *ARCH* المعممة *GARCH* التي تسمح بتقديم *ARMA* والتباين الشرطي أدخـــل *Engle*، *Lilien* و *Robins* سنة 1987 النماذج *ARCH-M* حيث يصبح التباين الشرطي متغيرة مفسرة في المتوسط الشرطي.

الثانية: تخص نماذج *ARCH* الغير خطية[4].

المطلب الأول: مفاهيم أساسية

1- مشكل عدم تجانس تباينات الأخطاء *L'hétéroscédasticité*:

هناك عدة أسباب في القياس الإقتصادي تجعل فرضية ثبات تباين الأخطاء غير معقولة، فمثلا، إذا إخترنا بيانات مقطعية لعدة مؤسسات في صناعة ما، يمكن أن تكون الأخطاء المتعلقة بالمؤسسات الضخمة لها تباينات أكبر من الأخطاء المتعلقة بالمؤسسات الصغيرة[5].

---

[1] – السيدة دابوز زوجة تراحي حورية، **تطبيق نماذج *ARCH* على أسعار البورصة– حالـــة الجزائـــر–**، مـــذكرة ماجيـــستير،علوم إقتـــصادية تخصص إقتصاد قياسي، جامعة الجزائر، 2001، ص59.

[2]– لمزيد من التعمق: Hurlin Christophe , **Econométrie pour la finance :ARCH/GARCH Univariés**,Mastre ESA ,Econométrie et Statistique Appliquée,Université d'Orleans,2004 ,p12.

[3]– كان هذا القال بعنوان:

AutoRegressive Conditionnal Hetroscedasiticity with Estimates of the variance of UK inflation, Econometrica, 1982 .

[4] – السيدة دابوز زوجة تراحي حورية، مرجع سبق ذكره، ص83.

[5] – صالح تومي، مرجع سبق ذكره، ص18.

إن معظم النماذج الكلاسيكية ترتكز على فكرة (فرضيات) أساسية تتمثل في أن متوسط الأخطاء معدوم، و أن تباينها ثابت مع تغير الزمن، و أنها مستقلة عن بعضها البعض أي[1]:

$$E(\varepsilon_t)=0 \qquad ,\forall t=1.....n$$

$$\text{var}(\varepsilon_t)=E(\varepsilon_t^2)=\delta^2 \qquad ,\forall t=1.....n$$

$$\text{cov}(\varepsilon_i\varepsilon_j)=E(\varepsilon_i\varepsilon_j)=0 \qquad ,\forall t\neq j \quad i,j=1.....n$$

وبإسقاط هذه الفرضيات فإن تقدير مصفوفة التباين و التباين المشترك يصبح صعبًا، لأن الأخطاء ستكون غير متجانسة و مترابطة فيما بينها، مما يقلل من نجاعة النماذج المقدرة، و في هذا الإطار كانت هناك العديد من الأعمال المقدمة و الحلول المقترحة حول مصفوفة التباين المستحدثة، أدت بدورها إلى جملة من التساؤلات، من بينها[2]:

- كيف نبني نموذج رياضي يسمح بدراسة الشكل المقترح؟
- كيف نقوم بتقدير معالم هذا النموذج؟
- كيف نكتشف وجود شكل معين؟

إن التفكير البسيط يميل إلى تكبير حجم العينة n عند تقدير مصفوفة التباين، و هذا من أجل الحصول على تقديرات متقاربة، غير أن هذه الطريقة لا تحل المشكلة إلا بصفة جزئية فقط، كونها تؤدي إلى تكبير عدد المعالم المقدرة، من أجل ذلك اقترح الباحثون جملة من الأفكار، نذكر منها على سبيل المثال[3]:

إذا كان لدينا نموذج الانحدار الذاتي *AR(1)* المعرف بالشكل: $\varepsilon_t=\gamma\varepsilon_{t-1}+\mu_t$

– حيث: μ_t يمثل تشويش أبيض:
$$E(\mu\mu')=\begin{bmatrix}\delta_\mu^2 & 0 & \dots & 0\\ 0 & \delta_\mu^2 & \dots & 0\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & 0 & \dots & \delta_\mu^2\end{bmatrix}$$

– في هذا النوع من النماذج تأخذ مصفوفة التباين لـــ ε شكل خاص:

$$E(\varepsilon\varepsilon')=\begin{bmatrix}E(\varepsilon_1^2) & E(\varepsilon_1\varepsilon_2) & \dots & E(\varepsilon_1\varepsilon_j) & \dots & E(\varepsilon_1\varepsilon_n)\\ E(\varepsilon_2\varepsilon_1) & E(\varepsilon_2^2) & \dots & E(\varepsilon_2\varepsilon_j) & \dots & E(\varepsilon_2\varepsilon_n)\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ E(\varepsilon_i\varepsilon_1) & E(\varepsilon_i\varepsilon_2) & \vdots & E(\varepsilon_i\varepsilon_j) & \vdots & E(\varepsilon_i\varepsilon_n)\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ E(\varepsilon_n\varepsilon_1) & E[\varepsilon_n\varepsilon_2] & \dots & E(\varepsilon_n\varepsilon_j) & \dots & E(\varepsilon_n^2)\end{bmatrix}$$

حيث أن:

---

[1] – هشام لبزة، مرجع سبق ذكره، ص90.

[2] Terreza . M , Zatout .A , **Modélisation de l’hétéroscedasticité conditionnelle** , Journal de la Société Statistique de Paris N°143 , p39.

[3]–Jonston J, **Méthode statistique,** Economica, tome 2, Paris, 1988, p 362.

- في حالة $i = j$: العناصر القطرية كلها متساوية: $E(\varepsilon_1^2) = ... = E(\varepsilon_n^2) = \delta_\varepsilon^2 = \frac{\delta_\mu^2}{(1-\gamma^2)}$
- في حالة $i \neq j$: العناصر غير القطرية كلها متساوية لعدد أسي متقارب: $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-k}) = \gamma^{|k|} \delta_\varepsilon^2$

نلاحظ أن في كلتا الحالتين من أجل أخطاء من الشكل *AR(1)*، يكفي أن نقدر المعلمتين: $\hat{\gamma}, \hat{\delta}^2$.

من بين أهم أسباب وجود عدم تجانس التباين في السلسلة، هو الحالة التي تكون المشاهدات في شكل مجموعات غير متجانسة، فعلى سبيل المثال إذا كانت السلسلة متعلقة بالإنفاق الأسري، فإننا نجده يوجه عادة إلى السلع الضرورية عند الأسر ضعيفة الدخل، في حين أن الأسر الغنية سيكون توزيع نفقاتها متذبذب بين السلع الكمالية ذات السعر المرتفع و السلع الضرورية. لتنتج مشكلة عدم تجانس التباين في المعطيات المجمعة (من حيث أن تباينات الأخطاء التابعة للمجموعة الأولى أكبر نسبيًا مما هي عليه في المجموعة الثانية).[1]

ولحل مشكلة عدم تجانس تباين الأخطاء اقترحت عدة أفكار و حلول، تركز في معظمها على إيجاد تباين يتطور مع الزمن، و من بينها إدخال متغيرات جديدة x_t تفسِّر هذا التطور، إضافة إلى ذلك يوجد أعمال أخرى مقدمة من طرف جيدج (*Judge*) نوجزها فيما يلي[2]:

- يكون التباين ثابت في كل مجموعة أو فئة.
- يؤخذ التباين أو الإنحراف المعياري كأنه دالة خطية لمتغيرات خارجية، و يفترض هنا أن المتغير الداخلي يكون مستقل عن تغير التباين.

2- أثر إستخدام التوزيع الشرطي على التوقع:

لتحليل هذا الأثر ندرس (كمثال) حالة مسار مار كوفياني من الدرجة الأولى[3]:

$$AR(1): \varepsilon_t = \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \mu_t$$

- حيث أن: $\mu_t \rightarrow N(0, \sigma^2)$ ، $p\left(\varepsilon_t / s\langle t\right) = p\left(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}\right)$
- بإفتراض أن المسار مستقر، أي: $|\phi_1| \langle 1$ ، إذن:

$$\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1} \rightarrow N(\phi_1 \varepsilon_{t-1}, \sigma^2) \quad \text{و} \quad \varepsilon_t \rightarrow N\left(0, \sigma^2 / 1-\phi_1^2\right)$$

معنى هذا أن إستخدام التوزيع الشرطي يمكن أن يحسن نوعية مجال التوقع، حيث يوظف المتوسط $\phi_1 \varepsilon_{t-1}$، هذا من جهة، و من جهة أخرى أن الإنحراف قد أنخفض من : $\pm \frac{\sigma}{\sqrt{(1-\phi_1^2)}}$ إلى $\pm \sigma$.

---

[1] -Pindyck, Robert .S and Rubenfled Danial **Econometrics models and Economic Forecasts**, MC Gow Hillbook Compagny, 1981, p139.

[2] - Judge.G.C,Griffts W.E,Hill RC, Lutkephonhol H and lee TC ,**The Theory and Pratice of Econometrics**, John Willy and sons,1984. p06.

[3] - Hamidi Khaled, Khenous Akli, Zatout Ali, **Modèles Autorégressifs Conditionnellement Hétéroscédastique**, Revue d’économie et de statistique appliquée, INPS,N°0/Alger ,Déc1998.pp17-18.

لكن الشيء الملاحظ أن ذاكرة المسار لا تظهر في إنحراف التوقع سواءاً كان شرطيًا أم لا، أي أن قيم التباين غير مرتبطة بالقيم السابقة و عليه لا يوجد أي تحسن في حدود مجال التوقع.

من هنا تظهر أهمية التعديلات التي قام بها *Engle*، حيث قدم نموذج التباين العشوائي بطريقة داخلية.كما قام بإدراج المشاهدات السابقة للمسار في شكل إنحدار ذاتي لمربعات الأخطاء:

$h_t = \phi_1 + \phi_2\varepsilon_{t-1}^2 + \phi_3\varepsilon_{t-1}^2 + ... + \phi_p\varepsilon_{t-1}^2$ (حيث p درجة الإنحدار الذاتي)،

3- نماذج عدم التجانس الشرطي:

يقدم عدم التجانس على أنه دالة لمتغيرات خارجية:[1]

$$\varepsilon_t = x_{t-1}\mu_t ....(1)$$
$$\varepsilon_t = \sqrt{\phi_0 + \phi_1 x_{t-1}^2}\mu_t ....(2)$$

حيث x_{t-1} متغير خارجي محدد، و منه يكون التباين غير الشرطي و التباين الشرطي من الشكل (على التوالي):

$$V\left(\varepsilon_t / x_{t-1}\right) = x_{t-1}^2\sigma^2 \quad , \quad V(\varepsilon_t) = x_{t-1}^2\sigma^2$$

- في حالة $\phi_i = i$ حيث $i = 1,2$ (أي $\phi_1 = 1$ و $\phi_0 = 0$) تصبح المعادلة الأولى هي نفسها الثانية، و ينتج لدينا $h_t = \phi_0 + \phi_1 x_{t-1}^2$ مما يعني وجود معلمة خارجية للتباين الشرطي.

الفكرة الأساسية لــ *Engle* هي تعويض المتغيرات x بــ ε في المعادلتين أعلاه، و منه نحصل على المعادلتين:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{t-1}\mu_t$$
$$\varepsilon_t = \sqrt{\phi_0 + \phi_1\varepsilon_{t-1}^2}\mu_t$$

و عليه فإن: $h_t = h(\varepsilon_{t-1}^2, \phi_0, \phi_1)$، هذا معناه أنه يكفي أن نعوض المتغيرات الخارجية بالمشاهدات الملاحظة السابقة للمسار (أي المتغيرات الداخلية المتأخرة)، حيث تعطى معادلة المتوسط الشرطي h_t بـــ :

$(\phi_0 + \phi_1\varepsilon_{t-1}^2)\sigma^2, \varepsilon_{t-1}^2\sigma^2$

مما سبق نستنتج أن مصدر التباين الشرطي هو النموذج نفسه.

[1] - Gourieroux Christion, **Modèle ARCH et application financière**, Economica, Paris, 1992, p37.

المطلب الثاني: المفاهيم النظرية لنماذج *ARCH/GARCH*.

1- صياغة نماذج *ARCH(q)*:

من أجل التبسيط، نبدأ بصياغة نماذج *ARCH* من الدرجة الأولى، المقترحة من طــرف ***Engle*** ســنة 1982م، لننتقل بعد ذلك إلى الحالة المعممة (الرتبةq):

✓نعتبر السيرورة x_t المعرفة بـــ : $x_t = z_t\sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2}$

✓بوضع: $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2$، نقول أن السيرورة X_t تحقق نموذج *ARCH(1)* إذن: $X_t = z_t\sqrt{h_t}$

حيث: z_t تشويش أبيض ضعيف، $E(z_t)=0$ و $E(z_t^2)=\delta_z^2$

✓وبصفة عامة z_t تمثل مجموعة متغيرات عشوائية مستقلة، أما h_t فهي دالة خطية موجبة لمربعات المــشاهدات الماضية لـــ X_t $\left(X_{t-1} = \{X_{t-1}, X_{t-2}, ..., X_{t-j}, ...\}\right)$.

حسب هذا النظام تتميز السيرورة X_t إرتباط ذاتي معدوم، وتباين شرطي يتغير مــع الــزمن بدلالــة مجموعــة التجديدات السابقة.

نستطيع أن نستخرج نتائج مهمة إذا إعتبرنا أن سيرورة الانحدار الذاتي على X_t^2 (نبقى دائما حالة *ARCH(1)*)

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 \Leftrightarrow X_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \left(X_t^2 - h_t\right) \Leftrightarrow X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \varepsilon_t$$

✓هذه الكتابة هي عبارة عن نموذج *AR(1)* للمربعات X_t^2 .

حيث: $\varepsilon_t = \left(X_t^2 - h_t\right)$ (وتحقق: $E\left[\varepsilon_t / X_{t-1}\right] = 0$) : هي سيرورة تجديدات(*L'innovation*) لـــ X_t^2

✓ومنه تكون السيرورة X_t^2 مستقرة إذا كانت $\alpha_1 \prec 1$.

2- خصائص نماذج *ARCH(q)*:

قبل الحصول على النتائج، نتأكد أولا من أن السيرورة X_t تحقق شروط تعريف فرق تــضعيف ذو التبــاين الثابت إذا وفقط إذا : $\forall t \quad V(X_t) = \delta_z^2 \qquad EL\left(X_t / X_{t-1}\right) = 0$

حيث: $EL(.)$ يرمز إلى الأمل الخطي (*l'espérance linéaire*)

وتحقق أيضا شروط تعريف تشويش أبيض ضعيف ، إذا كانت – السيرورة X_t^2 - متتالية متغيرات لها متوســط معدوم، وتباين ثابت، وغير مرتبطة، أي: $\forall t \quad V(X_t) = \delta_z^2 \qquad E\left(X_t / X_{t-1}\right) = 0$

خاصية (01):

السيرورة *ARCH(1)*~ X_t المعرفة بالعلاقة: $X_t = z_t\sqrt{h_t}$ هي فرق تضعيف ذو تباين ثابت

$$\forall t \quad V(X_t) = \frac{\alpha_0}{1-\alpha_1} \qquad E(X_t / X_{t-1}) = 0$$

هذه الخاصية تعني أن التباين غير الشرطي للسيرورة *ARCH(1)*~ X_t متجانس.

خاصية (02):

التباين الشرطي للسيرورة $X_t \sim ARCH(1)$ المعرف بالعلاقة : $X_t = z_t\sqrt{h_t}$ غير ثابت مع الزمن، ويحقق العلاقة التالية: $\forall t \quad V(X_t/X_{t-h}) = \alpha_0\left(\frac{1-\alpha_1^h}{1-\alpha_1}\right) + \alpha_1^h X_{t-h}^2$

من هنا نرى أن الارتباط الزمني للتباين الشرطي يكون معرّف من خلال معادلة الانحدار الذاتي للمربعات X_t :

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \varepsilon_t$$

خاصية (03):

التباينات المشتركة الذاتية الشرطية للسيرورة $X_t \sim ARCH(1)$ تكون معدومة أي:

$$\text{cov}(X_t, X_{t+k}/\underline{X}_{t-h}) = 0 \qquad \forall h \geq 1, \forall k \geq 1$$

- نسمي إذن السيرورة $X_t \sim ARCH(1)$: سيرورة بدون ذاكرة.

خاصية (04):

الشروط الكافية من أجل أن تكون السيرورة X_t موجبة هي: $\alpha_1 \succ 0$ و $\alpha_0 + \varepsilon_t \geq 0$ من أجل كل قيمة مقبولة لـــ ε_t، هذا يستلزم قيود خاصة على دعامة قانون ε_t. ويكون التباين الهامشي للسيرورة X_t موجود إذا وفقط إذا : $\alpha_0 \succ 0$ و $0 \succ \alpha_1 \geq 1$.

خاصية (05):

العزم الشرطي الممركز من الدرجة الرابعة للسيرورة X_t يحقق العلاقة التالية: $E\left(X_t^4/\underline{X_{t-h}}\right) = 3\left(\alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2\right)^2$

- وبفرض أن: $3\alpha_1^2 \prec 1$، يكون العزم الشرطي الممركز من الدرجة الرابعة للسيرورة X_t يساوي:

$$E\left(X_t^4\right) = 3\left[\alpha_0^2 + \frac{2\alpha_1\alpha_0^2}{1-\alpha_1} + \alpha_1^2 E\left(X_{t-1}^4\right)\right] = \frac{3\alpha_0^2(1+\alpha_1)}{(1-3\alpha_1^2)(1-\alpha_1)}$$

- ومنه يكون معيار كورتوزيس (*kutosis*) الذي يوافق السيرورة $X_t \sim ARCH(1)$ من الشكل:

$$kurtosis = \frac{E\left(X_t^4\right)}{E\left(X_t^2\right)^2} = 3\left(\frac{1-\alpha_1^2}{1-3\alpha_1^2}\right) \succ 3$$

ملاحظة (3-3): كل الخواص السابقة نستطيع أن نعممها بواسطة السيرورة *ARCH(p)*، حيث:

- تكون السيرورة X_t تحقق النموذج *ARCH(p)* إذا: $X_t = z_t\sqrt{h_t}$ مع: $h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p}\alpha_i X_{t-i}^2$

حيث: z_t تشويش أبيض ضعيف ، $E(z_t) = 0$ و $E\left(z_t^2\right) = \delta_z^2$

3- نموذج أخطاء *ARCH(p)*:

ليكن لدينا النموذج $AR(p): \phi_p(\beta)X_t = \varepsilon_t$

أو نموذج الإنحدار: $Y = Xa + \varepsilon$ حيث: $\varepsilon_t = u_t h_t$ و $u_t \rightarrow N(0,1)$

حيث تكتب من الشكل الرياضي التالي[1]:

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=0}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 = \alpha_0 + \alpha(\beta)\varepsilon_t^2$$

حيث: $\alpha_0 \succ 0$ و $\forall i$ $\alpha_i \geq 0$ و $\alpha(\beta) = \alpha_1\beta + \alpha_2\beta^2 + ... + \alpha_p\beta^p$

تسمى h_t^2 بالسيرورة $ARCH$ من الرتبة p وتكتب من الشكل: $ARCH(p)$

4- نماذج GARCH(p,q):

أقترحت النماذج $GARCH$ المعممة من طرف $Bollerler$ سنة 1986 حيث تأخذ الشكل الرياضي التالي[2]:

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j h_{t-j}^2$$

وتكتب بالصيغة التالية: $GARCH(p,q)$

- إذا كان $q = 0$ تصبح $GARCH(p,q) = GARCH(p,0) = ARCH(p)$
- السيرورة $GARCH(p,q)$ تكافئ السيرورة $ARCH(\infty)$[3]

5- إختبارات أثر *ARCH/GARCH*:

5-1 إختبار أثر *ARCH*:

يعتمد هذا الإختبار على حساب معامل فيشر، أو على حساب مضاعف لاغرانج LM، أما فرضيات هذا النموذج فهي كالتالي:

$$\begin{cases} H_0 : a_1 = a_2 = ... = a_p = 0 \\ H_1 : \text{يوجد على الأقل واحدة من } a \text{ غير معدوم} \end{cases}$$

وفي الحالة العملية تتبع الخطوات التالية[4]:

- ❖ حساب البواقي ε_t لنموذج الإنحدار *ARMA*.
- ❖ حساب مربعات البواقي ε_T^2
- ❖ تقدير معادلة الإنحدار $\hat{\varepsilon}_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \hat{\varepsilon}_t^2$، حيث p يمثل التأخيرات المعنوية (عدد التأخير 3 على الأقل[5]).
- ❖ حساب إحصاءة مضاعف لاغرانج $LM = n * R^2$.

إذا كانت: $LM \succ \chi^2(p)$ نرفض H_0، ومنه السيرورة تقبل تمثيل أو تبرير بنموذج *ARCH*.

1- Régis B, Michel T, Op-cit, p247.
2- Ibid, p255.
3- Ibid, p255.
4- Ibid, p250.
5- Bourbonnais R, Op-cit**,** P151.

2-5 إختبار أثر GARCH[1]:

في هذه الحالة نختبر أثر *ARCH* ضد أثر *GARCH* حيث نختبر الفرضية التالية:

$$\begin{cases} H_0 : b_1 = b_2 = ... = b_j = 0 \\ H_0 : b_1 \neq b_2 \neq ..... \neq b_j \neq 0. \end{cases}$$

يعتمد هذا الإختبار على مضاعف لاغرا نج *LM* حيث: $nR^2 \rightarrow \chi_q^2$

q : درجة الحرية و R^2 : معامل التحديد المستخرج من الإنحدار بطريقة المربعات الصغرى في المعادلة:

$$h_t^2 = \hat{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^{p} \hat{\alpha}_i \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^{q} \hat{\beta}_j h_{t-j}^2$$

إذا كان: $n * R^2 \rangle \chi_{(q)}^2$ نرفض الفرضية H_0 ، إذن السيرورة تأخذ نموذج *GARCH(p,q)* عند مستوى معنوية α%.

ملاحظة (3-4):

تستخدم نتيجة الإختبارات *Box-Pierce* و *LM* في رفض الفرضية H_0 التي تعني غياب مفعول *ARCH* (وهذا في حالة: مهما تكن الرتبة k المعتبرة فإنه يوجد ارتباط زمني للبواقي).

[1]- Régis B, Michel T, Op-cit, p256.

المطلب الثالث: التقدير والتنبؤ

1- التقدير:

طرق التقدير المستعمَلة في التطبيق هي ثلاثة أنواع، وسوف نتطرق بدقة لإثنين منها:

- طريقة المعقولية العظمى وأساسها معادلة ناجمة عن القانون العادي.
- طريقة المربعات الصغرى بمرحلتين وتستعمل بعض المعادلات الخاصة العزوم الشرطية.
- طريقة بإستعمال المتغيرات الأدواتية.

1-1 طريقة المعقولية العظمى:

مقدر المعقولية العظمى $\hat{\theta}$ للمَعلمَة θ هو حل للمشكل[1] : $MaxLogL_T(\theta)$

مع:

$$LogL_T = -\frac{T}{2}Log2\pi - \frac{T}{2}Logh_t(\theta) - \frac{1}{2}\sum_{t=1}^{T}\frac{(Y_t - m_t(\theta))^2}{h_t}$$

هذا المقدر نحصل عليه بحل الشروط من الدرجة الأولى: $\frac{\delta LogL_T(\hat{\theta}_T)}{\delta\theta} = 0$

شرط من الدرجة الأولى، مُعطى بالعلاقة التالية[2]:

$$\frac{\delta LogL_T(\theta)}{\delta\theta} = -\frac{1}{2}\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{h_t(\theta)}.\frac{\delta h_t(\theta)}{\delta\theta} + \frac{1}{2}\sum_{t=1}^{T}\frac{[Y_t - m_t(\theta)]^2}{h_t(\theta)^2}.\frac{\delta h_t(\theta)}{\delta\theta} + \sum_{t=1}^{T}\frac{Y_t - m_t(\theta)}{h_t(\theta)}.\frac{\delta m_t(\theta)}{\delta\theta} = 0$$

وبإدخال البواقي الطبيعية نجد:

$$\hat{\mu}_t = \mu_t(\hat{\theta}_T) = \frac{Y_t - m_t(\hat{\theta}_T)}{h_t(\hat{\theta}_T)^{1/2}}$$

نحصل على:

$$\frac{1}{2}\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{h_t(\hat{\theta}_T)}.\frac{\delta}{\delta\theta}h_t(\hat{\theta}_T)(\hat{\mu}_t^2 - 1) + \sum_{t=1}^{T}\frac{1}{h_t(\hat{\theta}_T)^{1/2}}.\frac{\delta m_t}{\delta\theta}(\hat{\theta}_T)\hat{\mu}_t = 0$$

وهو شرط التعامد بين البواقي ومربعاتها والبعض منهم ينحدر:

$\frac{1}{h_t(\hat{\theta}_T)}.\frac{\delta h_t(\hat{\theta}_T)}{\delta\theta}$ و $\frac{1}{h_t(\hat{\theta}_T)^{1/2}}.\frac{\delta m_t}{\delta\theta}$ على التوالي.

ما دام في نظرية $ARCH$، من الظروري تحديد التباين الشَرطي والمتوسط الشَرطي، نجزء شعاع الثوابت $\theta : \theta = (a,b)'$ أين: a يمثل المتوسط الشرطي و b يمثل التباين الشرطي، إذن يكون لدينا:

$$\frac{\delta LogL}{\delta a} = \sum_{t=1}^{T}\frac{Y_t - m_t(a)}{h_t(b)}.\frac{\delta m_t(a)}{\delta a} = \sum_{t=1}^{T}\frac{1}{h_t(b)^{1/2}}.\frac{\delta m_t(a)}{\delta a}\mu_t$$

$$\frac{\delta LogL}{\delta b} = -\frac{1}{2}\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{h_t(b)}.\frac{\delta}{\delta b}h_t(b) + \frac{1}{2}\sum_{t=1}^{T}\frac{[Y_t - m_t(a)]^2}{h_t(b)^2}.\frac{\delta h_t(b)}{\delta b}$$

---

[1] – السيدة دابوز زوجة تراجي حورية، مرجع سبق ذكره، ص89.

[2] – نفس المرجع.

$$=\frac{1}{2}\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{h_t(b)}\cdot\frac{\delta h_t(b)}{\delta b}\left(\mu_t^2-1\right)$$

وهكذا في إطار نماذج $ARCH$، يكون لدينا:

$$\begin{cases} y_t = x_t'\alpha+\varepsilon_t \\ E\left[\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}\right]=0 \\ Var\left[\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}\right]=h_t=\beta_0+\sum\beta_j\varepsilon_{t-1}^2 \end{cases}$$

أي:

$$\begin{cases} m_t(\theta)=x_t'\alpha \\ h_t(\theta)=\beta_0+\sum_{j=1}^{q}\beta_j\left(y_{t-j}-x_{t-j}'\alpha\right)^2 \end{cases} \qquad avec\,\theta'=(\alpha,\beta_0,\beta_1)\quad pour\ j=1,2,.....,q$$

بوضع: $\theta'=(a,b)$ أين $a=\alpha$ و $b=(\beta_0,\beta_j)'$ وبإستعمال شروط التعظيمم من الدرجة الأولى نحصل على:

$$\frac{\delta LogL_T}{\delta a}=-\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{h_t^2}\left(\varepsilon_t^2-h_t\right)\sum_{j=1}^{q}\beta_j x_{t-j}'\varepsilon_{t-j}+\sum_{t=1}^{T}\frac{\varepsilon_t}{h_t}x_t'=0$$

$$\frac{\delta LogL_T}{\delta b}=\sum_{t=1}^{T}\frac{1}{2h_t^2}\left(\varepsilon_t^2-h_t\right)\left(1\quad \varepsilon_{t-1}^2.....\quad \varepsilon_{t-q}^2\right)'=0$$

إبتداءا من المعادلة الأولى، نحصل على التباين الناتج عن معادلة الإرتباط الذاتي:

$$\hat{\varepsilon}_t^2\cong c+a_1\hat{\varepsilon}_{t-1}^2+a_2\hat{\varepsilon}_{t-2}^2+......+a_q\hat{\varepsilon}_{t-q}^2+\mu_t$$

مع: $Var\left[\varepsilon_t^2 / \varepsilon_{t-1}\right]=2h_t^2$

مادام التباين غير سلمي، يجب تطبيق المربعات الصغرى المتوازنة للمعادلة السابقة، الوزن محدد بـــ $1/2\hat{h}_t^2$.

2-1 طريقة المربعات الصغرى بمرحلتين[1]:

نموذج $ARMA$-$GARCH$ يمكن رؤيته كنموذجين متتابعين $ARMA$، واحد على السيرورة نفسها، والثـــاني على مربع التجديد، من الطبيعي أن ندخل طرق تقدير من المرحلتين، بأخذ هذه الميزة بعين الإعتبار.

لنعتبر نموذج الإنحدار بأخطاء $ARCH$:

$$\begin{cases} Y_t=X_t a+\varepsilon_t \\ V\left(\varepsilon_t / \underline{\varepsilon_{t-1}}\right)=b_0+b_1\varepsilon_{t-1}^2+.....+b_p\varepsilon_{t-p}^2 \end{cases}$$

المقدر المقارب لـــ a هو مقدر المربعات الصغرى الطبيعية الناتجة عن إنحدار Y_t على X_t.

وليكن $\tilde{a}_T$، ومن هذا المقدر يمكن إستنتاج البواقي: $\tilde{\varepsilon}_t=Y_t-X_t\tilde{a}_T$

[1] – نفس المرجع، ص91.

المعالم الأخرى $a_0,a_1,....,a_p$ الظاهرة في التباين يمكن تقديرها تقاربياً بتحـــدير $\tilde{\varepsilon}_t^2$ علـــى 1 $\tilde{\varepsilon}_{t-1}^2,....,\tilde{\varepsilon}_{t-p}^2$ ونمثلها بـــ $\tilde{a}_{0T},\tilde{a}_{1T},.....,\tilde{a}_{pT}$ هذان الإنحدارين المتتالين منفذة بطريقة المربعات الصغرى الطبيعية أي بدون الأخذ عدم التجانس لتباينات الأخطاء بعين الإعتبار.

تقديرات (a) مكن تحسينها في المرحلة الثانية بتحدير Y_t على X_t بالمربعات الصغرى شبه العمومية بـــ:

$$\tilde{V}\varepsilon_t = \tilde{h}_t = \tilde{b}_0 + \tilde{b}_1\tilde{\varepsilon}_{t-1}^2 + ... + \tilde{b}_p\tilde{\varepsilon}_{t-p}^2$$

هذه المقدرات من المرحلة الثانية نمثل لها $\tilde{\tilde{a}}_T$.

وبطريقة مثلى، عندما تكون التوزيعات الحققية شرطية *gaussienne*، يكون لدينا:

$$V\left(\varepsilon_t^2 / \varepsilon_{t-1}\right) = 2h_t^2$$

ومقدرات من المرحلة الثانية لـــ $a_0,a_1,.......,a_p$ نحصل عليها بإنحدار $\tilde{\varepsilon}_{t-1}^2$ على $\tilde{\varepsilon}_{t-1}^2,......,\tilde{\varepsilon}_{t-p}^2$ بطريقة المربعات الصغرى شبه العمومية $M.C.Q.G$ وهذه المقدرات هي: $\tilde{\tilde{b}}_{0T},\tilde{\tilde{b}}_{1T},........,\tilde{\tilde{b}}_{pT}$

2- التنبؤ:

بعد الحصول على النموذج النهائي من خلال المراحل الثلاث السابقة، نمر إلى آخر عملية والـــتي تتمثـــل في حساب التنبؤ وتشكيل مجال الثقة التنبؤية.

ليكن لدينا Y_t نموذج مستقر، يمكن كتابته على الشكل الرياضـــي التالـــي:

$$Y_t = \sum_{i=0}^{\infty}\psi_i\varepsilon_{t-i}$$

حيث ε_t تمثل تشويش أبيض ذات التباين δ^2.

ولأجل التنبؤ بقيم Y_{t+h} بدلالة المشاهدات المسجّلة قبل اللحظـــة t $(Y_t,Y_{t-1},................)$ بدلالـــة $(\varepsilon_t,\varepsilon_{t-1}..........)$ فإننا ننطلق من اللحظة المعرفة t ونحسب القيم التنبؤية على فترة زمنية مستقبلية h وبالتـــالي يمكن كتابته Y_{t+h} كمـــا يلـــي:

$$Y_{t+h} = \varepsilon_{t+h} + \Psi_1\varepsilon_{t+h-1} + ...+ \Psi_{h-1}\varepsilon_{t+1} + \Psi_h\varepsilon_t + \Psi_{h+1}\varepsilon_{t-1}.....$$

$$\hat{Y}_t(h) = \Psi_h\varepsilon_t + \Psi_{h+1}\varepsilon_{t-1} + ...$$

أما خطأ التنبؤ فيحسب بالعلاقـــة التاليـــة:

$$e_t(h) = X_{t+h} - \hat{X}_t(h) = \varepsilon_{t+h} + \Psi_1\varepsilon_{t+h-1} + ...\Psi_{h-1}\varepsilon_{t+1}.$$

أي:

$$\hat{e}_t(h) = \sum_{i=0}^{h-1}\Psi_i\varepsilon_{t+h-i}$$

وهكذا يمكن حساب تباين خطأ التنبؤ $\hat{e}_t(h)$ بسهولة عن طريق العلاقة:

$$VAR(\hat{e}_t(h)) = \delta^2\left(1 + \Psi_1^2 + ...\Psi_{h-1}^2\right).$$

أما إذا كان لدينا النموذج فإننا يمكن أن نحسب التنبؤ إنطلاقاً من علاقة التعريف التالية :

$$V^d\Phi_p(B)V_s^d\Phi_p(B^s)Y_t=\theta_q(B)\theta_q(B^s)\varepsilon_t$$

علماً أن تباين خطأ التنبؤ لا يتغير أي أن:

$$VAR(e_t(h))=\delta^2(1+\Psi_1^2+......................\Psi_{h-1}^2)=\delta^2\sum_{i=0}^{h-1}\Psi_i^2.$$

حيث أن:

$$\Psi(B)=V^d\Phi_p(B)^{-1}V_s^{-d}\Phi_p(B^s)^{-1}\theta_q(B)\theta_Q(B^s)$$

طبقنا الطرقة الأول، الذي يعتمد على تحليل السيرورة *ARMA* أما الطريقة الثانية[1]، فتأخذ بعين الإعتبار نموذج تطور سرعة التقلبات و تطبيق خطوات التقدير المخصصة لنماذج *ARCH*.

إذا كانت $\hat{\hat{\phi}}$، $\hat{\hat{\theta}}$ تمثلان نماذج الإنحدار الذاتي و المتوسطات المتحركة على الترتيب، فإن التنبؤ بأفق واحد لــ Y_t يكون معطى بالمتغيرات:

$$\hat{\hat{Y}}_t=\left[\frac{\hat{\hat{\phi}}(L)}{\hat{\hat{\theta}}(L)}-1\right]Y_t$$

هذا الأخير تكون تحت شروط تعديلية غير متحيزة، وفي هذه الحالة مجالات التنبؤ تحسب من العلاقة:

$\left(\hat{\hat{Y}}_t\pm2\hat{\hat{h}}_t\right)$، حيث h_t : تقدير سرعة التقلبات في اللحظة t. إذن طول مجالات التنبؤ هنا مرتبط بالزمنt.

2-1 حساب مجال الثقة :

إذا افترضنا بأن الصدمات العشوائية (ε_t)طبيعية فإن خطأ التنبؤ $\varepsilon_t(h)$ يتبع قانون التوزيع الطبيعي أي أن:

$$\hat{e}_t(h)\xrightarrow{N}N(0,\delta^2)\sum_{i=1}^{h-1}\Psi_1^2\ :$$

وهكذا نعرف مجال الثقة على مستوى المعنوية كما يلي:

$$Y_{t+h}=Y_t(h)\pm U_{1-\alpha/2}\delta(1+\Psi_1^2+..........\Psi_{h-1}^2)^{1/2}$$

[1] - Jean-Jacque Droesbeke ,Bernard, Phillippe Tassi, Op-cit, p82.

المبحث الثالث: النماذج المتولدة عن الإنحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تباين الأخطاء

بعد التطور الذي عرفته النمذجة الغير خطية، إستمرت الدراسات القياسية في هذا المجال، الذي سوف نبين في هذا الجزء النماذج المستحدثة أو المتولدة عن الإنحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تباين الأخطاء *ARCH*، سنبدأ بإمتدادات نماذج *ARCH/GARCH* الخطية ثم نماذج *ARCH/GARCH* غير المتناظرة وأخيرًا سنتطرق نماذج *ARCH* و الذاكرة الطويلة[1].

المطلب الأول: إمتدادات نماذج ARCH/GARCH الخطية

1- نماذج ARMA-GARCH[2] :

أقترحت من طرف وييس *Weiss* سنة 1986 حث أشار إلى إمكانية إدخال على التباين الشرطي تـــأثيرات إضافية للمتغير المفسّر، حيث أن من خواص نمذجة *GARCH* أنها تسمح بإضافة هذه القوى سواءاً من خـــلال المتوسط الشرطي، أو من خلال التباين الشرطي.

2- نماذج GARCH-M[3]:

أقترحت هذه النماذج من طرف روبنس، ليلين، أنجل *Robbins ,Lilien,Engle* سنة 1987، التي هي إمتداد لنماذج *ARCH/GARCH*، حيث الشكل العام للنموذج يعطى بالشكل الرياضي التالي[4]:

$$y = Xa + f\left(h_t^2\right) + \varepsilon_t$$

مع: $h_t^2 = \alpha_0 + \alpha(D)\varepsilon_t$ و $y_t / y_{t-1} \to N\left(\mu_t, h_t^2\right)$

مع: $\mu_t = Xa + f\left(h_t^2\right)$ و $h_t^2 = \alpha_0 + \alpha(D)\varepsilon_t^2$

في هذه الحالة الأمل الشرطي μ_t هو دالة للتباين الشرطي h_t^2[5].

النموذج *GARCH-M* المتحصل، يكتب بدلالة التباين الشرطي كمايلي[6]:

$$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha(D)\varepsilon_t^2 + \beta(D)h_t^2$$

3- نماذج IGARCH:

اقترحت هذه النماذج من طرف بولرسلف، أنجل *Bollerslev-Engle* سنة 1986م، وهي متعلقة بحالة وجـــود جـــذر أحادي في ســـيرورة التبايـــن الشرطـــي، لأنه يوجد جذر أحادي في كثير الحدود[7]:

---

[1] – لمزيد التعمق أنظر:سعيد هتهات ، **دراسة اقتصادية و قياسية لظاهرة التضخم في الجزائر**، مذكرة ماجستير، تخصص دراســـات اقتـــصادية، جامعة ورقلة، الجزائر ،2005 ، ص 209.

[2] – نفس المرجع،ص209

[3]–GARCH-M (GARCH Moyenne).

[4]–Régis B, Michel T, Op-cit, p259.

[5]-Ibid, p259.

[6]-Ibid, p259.

[7]- Sardine L, Valerie M, Econométrie des série temporelles macroécomiques et financières, ECONOMICA, Paris, 2002, p296.

حيث: $\alpha(L)+\beta(L)$

$$\alpha(L)+\beta(L)=1 \Leftrightarrow \alpha_1+.....+\alpha_q+\beta_1+.....+\beta_p=1$$

وجود الجذر الأحادي في التباين الشرطي سوف تنعكس على كل القيم المستقبلية المتوقعة[1].

المطلب الثاني: نماذج *ARCH/GARCH* غير المتناظرة

سوف نتطرق في هذا المطلب إلى نماذج *ARCH/GARCH* الغير متناظرة، حيث نجد مجموعتين من هذه النماذج:

- نماذج **EGARCH**[2] :

يتعلق نموذج اللوغاريتم الخطي المقدم من طرف نيلسن *Nelson*1991، الذي إهتم بالتطور غير التماثل (غير التناظر) للتباين، من خلال دراساته في مردودية النشطاطات المالية، والمستخدمة في رفض فرضية التناظر المتعلقة بالتباين الشرطي.

النموذج *EGARCH(p,q)* يكتب بالعلاقة الرياضية التالية[3]:

$$In\delta_t^2=\alpha_0+\sum_{i=1}^{q}\alpha_i\left(\phi z_{t-i}+\gamma\left[\left|z_{t-i}\right|-E\left|z_{t-i}\right|\right]\right)+\sum_{j=1}^{p}\beta_j In\delta_{t-j}^2$$

حيث: $z_{t-i}=\dfrac{\varepsilon_{t-i}}{\delta_{t-i}}$

- نماذج **TARCH**[4]:

أقترحت هذه من طرف *Engle* و *Bollerlev* 1986، التي تعرف بنماذج *ARCH* ذات الحدود، ثم عمِّمت في سنة 1991 من طرف زوكيان، راوبمنجارا *Zakoian-Rabemananjara* لتصبح تسمى نماذج *TGACH*.

تعطى السيرورة *TGARCH(p,q)* بالعلاقة الرياضية التالية[5]:

$$\begin{aligned}\delta_t&=\alpha_0+\sum_{i=1}^{q}\left(\alpha_i^+\varepsilon_{t-i}^+-\alpha_i^-\varepsilon_{t-i}^-\right)+\sum_{j=1}^{p}\beta_j\delta_{t-j}\\&=\alpha_0+\alpha^+(L)\varepsilon_t^+-\alpha^-(L)\varepsilon_t^-+\beta(L)\delta_t\end{aligned}$$

حيث: $\begin{cases}\varepsilon_t^+=\max(\varepsilon_t,0)\\ \varepsilon_t^-=\min(\varepsilon_t,0)\end{cases}$

1- نماذج *GJR-GARCH* :

قام بصياغة هذه النماذج الجديدة كل من رينكل، جاقناتان، قلوستن *Glosten, Jagannathan* و *Runkle* – لذا سميت بـ *GJR-GARCH* سنة 1993 م- وذلك بالأخذ في الحساب القدوم المفاجئ وغير

---

[1]-Ibid, p296.

[2]- **E**xponential **G**eneralized **A**utoRegressive **C**onditionnal **H**eteroskedastic.

[3]- Sardine L, Valerie M, Op-cit, p293.

[4]- T ترمز إلى Threshold .

[5]–Ibid, p294.

المتوقع للأحداث (*la survenue d'un évènement*)، وهذا بإدخال متغير مفسّر جديد مبني على ضرب دليل (*indicatrice*) الحادثة في المتغير المبدئي.

2- نماذج *APARCH*:

كان لـــ دينغ، جرانجر و أنجل *Granger,Ding* و *Engle* سنة 1993م الفضل في إدخال هذا النــــوع مـــن هذه النماذج، التي أثارت اهتمامًا خاصًا على غيرها.

3- نماذج *VS-GARCH*:

نستطيع إعطاء تعميم لنماذج *GJR-GARCH* بواسطة النماذج *VS-GARCH*، المقترحة من طرف فورناري ومال *Fornari* و *Mele* سنة 1996-1997م، أين جميع العوامل تتغير حسب النظام (*régime*) ، وليس فقط عوامل مراعات التجديدات الماضية.

4- نماذج *TARCH* ونماذج *TGARCH*:

يوجد وجه آخر من النماذج غير المتناظرة، وهي من سلالة نماذج *TAR* تسمى نمـــاذج *TARCH* ونمـــاذج *TGARCH* المقترحة من طرف زوكيان *Zakoian* في سنتي: 1991 و1994م على الترتيب.

5- نماذج *QGARCH*[1]:

اقترحت نماذج *QGARCH* التربيعية من طرف *Engle* و *Ng* ســـنة 1993م، وســـانتانا *Sentana* ســـنة 1995م، وهي كذلك تفترض صفة اللاتناظر في إجابة سرعة التقلبات الشرطية للتجديدات.

6- نماذج *LSTGARCH* (1998) ونماذج *ANSTGARCH* (1999):

بواسطة نماذج *GJR-GARCH* نستطيع نمذجة نظامين للتباين الشرطي، حيث يكون اختيار نظام من آخـــر حسب إشارة التجديد الماضي حيث:

إذا كان: $\mu_{t-1} \succ 0$. فإن : $h_t = \alpha_0 + \alpha_{pos}\mu_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$

إذا كان: $\mu_{t-1} \leq 0$. فإن:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_{neg}\mu_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

وفي سنة 1998م أدرج ريفيرا و قونزالاس *Gonzales* و *Rivera* دالة إنتقـــال منطقيـــة بواســـطة النمـــاذج *LSTGARCH*[2] تعرف h_t على النحو التالي: (من أجل التبسيط وضعنا $p = q = 1$)

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_{pos}\mu_{t-1}^2[\Lambda(\theta\mu_{t-1})] + \alpha_{neg}\mu_{t-1}^2[1 - \Lambda(\theta\mu_{t-1})] + \beta_1 h_{t-1}$$

مع:

$$\Lambda(\theta\mu_{t-1}) = \frac{1}{1+\exp(-\theta\mu_{t-1})}, \quad \theta \succ 0$$

---

1 - Q ترمز إلى Quadratic.

2 - إختصار لـــ Logistic Smooth GARCH

أين يشكل معامل التجديد الماضي توفيقه خطية للعوامل المتعلقة بكل نظام، فحينما يكون μ_{t-1} كبير بالقيمة المطلقة وموجب فإنه يقترب من α_{pos}، وعندما يكون سالب فإنه يكون مقارب لـ α_{neg}.

وإنطلاقا من فكرة الإنتقال اللطيف *(transition douce)* بين الأنظمة المنمذج من طرف *Gonzales-Rivera* بالمرور من *GJR-GARCH* إلى *LSTGARCH*، عرف كل من فاهيد، أندرسن و نام *Anderson, Nam* و *Vahid* سنة 1999م، انطلاقا من نماذج *VSGARCH*، نماذج جديدة تعرف باسم *ANSTGARCH* (*Asymmetric Nonlinear Smooth Transition GARCH*)

حيث: $$h_t = \left(\omega_{pos} + \alpha_{pos}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_{pos}h_{t-1}\right)\Lambda(\theta\mu_{t-1}) + \left(\omega_{neg} + \alpha_{neg}\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_{neg}h_{t-1}\right)\left(1-\Lambda(\theta\mu_{t-1})\right)$$

المطلب الثالث: نماذج *ARCH* و الذاكرة الطويلة

1- نماذج ***FIGARCH***:

يمكن أن تصبح النماذج السابقة غير مهيأة في حالة يكون تناقص أسي سريع ملاحظ على دالة الإرتباط الذاتي، من أجل هذا قدم بايي، بولرسلف، ميكلسن *Baillie ,Bollerslev,Mikkelson* 1996 السيرورة *FIGARCH* التي تنمذج فقط الحالة التي يكون فيها تناقص مبالغ فيه *(Hyperbolique)* للإرتباطات، و هي كذلك لما تلاحظ إرتباطات غير معدومة من أجل رتب متقدمة.

2- نماذج *HYGARCH* :

قدمت النماذج *Hyperbolic ARCH* من طرف دافدسن *Davidson* سنة 2002، لوضع القيود التي تتصف بها النماذج السابقة، هذا الأخير وجد أن:

$$\theta(L) = 1 - \frac{1}{\beta(L)}\left(1 + \alpha\left((1-L)^d - 1\right)\right), \qquad \alpha \geq 0$$

وحسب دافدسن *Davidson* النماذج *FIGARCH* و *GARCH* تتعلق على التوالي بالحالات $\alpha = 0$ و $\alpha = 1$، غير أنه تمكن ملاحظة بأن الدليل d يصبح غير قابل للتعين لما $\alpha = 0$،و هذا يؤثر سلبًا على تركيب إختبارات الفروض بالنسبة *a* ، حيث نجد أن الخصائص المقاربة لمقدرات المعقولية و شبه المعقولية(*Quasi-maximum de vraisemblance*) تصبح غير محققة.

3- نماذج ***FAPARCH***[1]:

تتعلق هذه النماذج بسيرورة جزئية مميزة بواسطة تناقص سريع للإرتباطات الذاتية بحيث تسمح بوجود صفة لا تناظر مرافقة لإشارة معادلة سرعة التقلبات الشرطية في هذه الحالة تكون على الشكل الرياضي التالي:

$$h_t^{\delta/2} = \frac{\alpha_0}{\beta(1)} + \left[1 - \frac{1}{\beta(L)}(1-L)^d\right]\left(|\mu_{t-1}| - \gamma_1\mu_{t-1}\right)^{\delta}$$

---

[1] – سعيد هتهات، مرجع سبق ذكره، ص218.

خلاصــــــة :

إن أهم مرحلة شهدهما تحليل السلاسل الزمنية هي صياغة النماذج الغير خطية، التي ساهمت وبشكل كبير في تحسين التنبؤات الناتجة على الصيغ الخطية، التي يمكن أن نميِّز الإمتدادات الغير خطية لنماذج ***ARMA***، وفي هذا الإطار إقترح القياسيون عدة صيــغ منهـــا:

- نماذج مزدوجة الخطية التي تتميز بعدم تجانس تباين الأخطاء و نماذج الإرتباط الذاتي الغير خطية و نماذج الانحدار الذاتي ذات الحدود (نماذج ***TAR***و ***SETAR*** ، نماذج ***MA*** الغير متناسقة، نماذج المتوسطات المتحركة غير خطية وغير المتناظرة ***MA-Asymétrique***).
- أما الصيغة الثانية للنماذج الغير خطية، هي التي ترتكز على إستخدام التباين غير الشرطي، بحيث يبحث في تفسير سرعة التقلبات المرتبطة بالزمن، وذلك بإِسقاط فرض ثبات تباينات الأخطاء، وفي هذا الإطار إقترح ***Engle*** إستخدام المتغير العشوائي لتفسير عدم التجانس الشرطي فيما يعرف بنماذج ***ARCH***. وسنذكر في هذا الإطار النماذج المستحدثة عنها التي تطرقنا إليها آنفاً وهي: الإمتدادات الخطية لنماذج ***ARCH/GARCH***، وكذلك نماذج ***ARCH/GARCH*** غير المتناظرة وأخيرًا نماذج ***ARCH*** و الذاكرة الطويلة.

الفصل الرابع

النمذجة القياسية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

تمهيـــــد:

بعد أن ألقينَا نظرة حول الطاقة وإستهلاك الكهرباء في الجزائر، وكيفية دراسة إستقرارية السلاسل الزمنيـــة، وتطرقنا أيضاً إلى النماذج الغير خطية ونماذج *ARCH* ، سنُحاول في هذا الفصل تطبيق وإسقاط كل هذا علـــى ظاهِرة إستهلاك الطاقـــة الكهربائيـــة في الجزائر، لذا سنحاول أولاً دراسة إستقرارية هذه السلسلة والتي رمزنا لها بالرمـــز *CNE*[*]، التي تعتبر ضروريـــة من أجل عملية النمذجة، وللإجابة على الإشـــكالية المطروحـــة ســـندعم الصيغة الرياضية بنمودج إنحدار ذاتي مشروط بعدم تجانس التباين للأخطاء *ARCH*، أيضاً سنحاول التبؤ بإستهلاك الكهرباء في الجزائر، من خلال النموذج الأمثل الذي يفسِّر السلسلة محل الدراسة.
لتكون المنهجية المتبعة في هذا الفصل كالتالي:

- **المبحث الأول: تحليل السلسلة الشهرية للإستهلاك الوطني الطاقة الكهربائية في الجزائر.**
- **المبحث الثاني: نمذجة السلسلة الشهرية للإستهلاك الوطني الطاقة الكهربائية في الجزائر.**
- **المبحث الثالث: إقتراح نموذج إنحدار ذاتي مشروط بعدم تجانس التباين للأخطاء*ARCH*.**

[*] **C**onsomation **N**ational d'**E**lectricité

المبحث الأول: تحليل السلسلة الشهرية للإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر

سنحاول في هذا المبحث، تحليل السلسلة الشهرية للإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر، والتي رمزنا لها بالرمز ***CNE***، إذ سنحاول في البداية بالدراسة الأولية لطبيعة هذه السلسلة وذلك بإستخدام تحليليل السلاسل الزمنية، التي هدفها معرفة التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة المدروسة في الفترة الزمنية من أجل إستخراج في الأخير القيم المتوقعة لهذه الظاهرة[1].

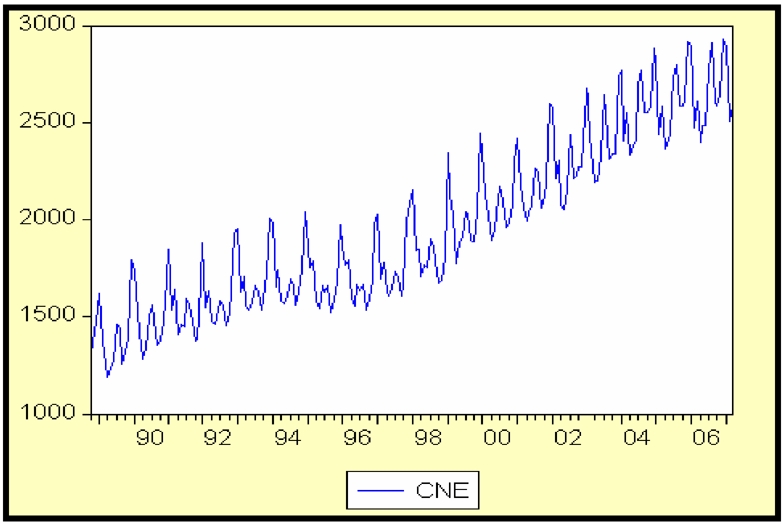
المطلب الأول: دراسة أولية لطبيعة سلسلة إستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

سنقوم بدراسة وصفية للسلسلة ***CNE*** من خلال ملاحظة الشكل البياني لها بالعين المجردة لمعرفة هل السلسلة محل الدراسة مستقرة أم لا.

1- دراسة وصفية لبيانات السلسلة *CNE*:

تتكون هذه السلسلة من 222 مشاهدة ممتدة من أكتوبر 1988 إلى مارس 2007، حيث تمثل هذه السلسلة الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية أي: إستهلاك الكهرباء ذات التوتر المنخفض و إستهلاك الكهرباء ذات التوتر المتوسط وإستهلاك الكهرباء ذات التوتر العالي، والشكل أدناه يبين التغيرات الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر.

الشكل رقم (4-1): يمثل منحنى سلسلة الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية *(CNE)* في الجزائر



المصدر: مخرجات *Eviews*.

من خلال الشكل البياني أعلاه، نلاحظ أن إستهلاك الكهرباء في الجزائر في تزايد مستمر خلال فترة الدراسة، حيث عرف تطورًا كبيرًا خلال السنوات الأخيرة وهذا منذ سنة 1998 حتى مارس 2007، وأخذ ميلاً موجبًا والذي حقق أعلى المستويات في الفترات الأخيرة، كما يظهر جلياً وجود المركبة الموسمية في هذه السلسلة، لأن

---

[1]- أموري هادي كاضم الحسناوي، **طرق القياس الاقتصادي**، دار وائل للنشر، عمان، 2002، ص 397.

إستهلاك الكهرباء عادةً ما يرتفع بشكل موسمي بالإضافة إلى التغير المتشابه والمنتظم في كل موسم، كل هذا من شأنه أن يؤثر سلباً على هذه السلسلة.

سجل الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر قيمة عظمى في أكتوبر 2006 بقيمة *KHW* 2932.200 ، وقيمة صغرى سجلت في أفريل 1989 بقيمة *KHW* 1189.300 ، بمستوى متوسط *KHW* 438.802 ، و هذا ما يعطينا فكرة حول عدم تجانس مستويات السلسلة.

نلاحظ من خلال المنحنى البياني أن متوسط إستهلاك الكهرباء تزداد بوتيرة متزايدة ويرجع ذلك إلى:

- ❖ التوسع السكاني الكبير وزيادة عدد المشتركين وكذلك المشاريع الكبيرة التي قامت بها المؤسسة لفائدة المجمعات السكانية.
- ❖ يظهر جلياً أن المستوى الكبير للسلسلة في كل سنة يكون في الشهور الصيفية، والقيم الصغرى توافق أشهر الشتاء، وهذا بديهيا خاصة بالنسبة للتوتر المنخفض الذي يخص القطاع العائلي، لأن أشهر الصيف تتميز بالحرارة العالية - خاصة في الجنوب - وهذا مايفسِّر إرتفاع الطلب على الكهرباء من خلال هذا الفصل نتيجة لمضاعفة إستخدام الطاقة الكهربائية.
- ❖ تزايد النشاط الصناعي للشركات والمؤسسات المستهلكة للكهرباء (التوتر المتوسط والتوتر العالي)، وبالتالي زيادة الطلب على الكهرباء.

هذه التغيرات تؤشر لنا إمكانية وجود مركبة موسمية ومركبة إتجاه عام.

كما نستنتج من المنحنى ودالة الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي ما يلي:

- ✓ وجود تذبذبات ناتجة عن اختلاف الكميات المستهلكة من الكهرباء من فترة إلى أخرى إذ نلاحظ أن هذه التذبذبات في تزايد وذلك لإتساع وعاء إستهلاك الطاقة.
- ✓ إتجاه عام متزايد بمرور الزمن وكميات الاستهلاك تزداد حسب تطور و إزدياد الكثافة السكانية و كذا حسب تغير في الفصول إذ نلاحظ من دالة الارتباط الذاتي الجزئي و البسيط (أنظر الشكل:4-2) أن كل الأعمدة خارج مجال الثقة، مما يدل على الفصلية فارتفاع الاستهلاك يوافق الفصل الحار من كل سنة ويرجع ذلك إلى استخدام المكيفات الهوائية و أجهزة التبريد خلال فصل الصيف أما في فصل الشتاء مثلاً من كل سنة يكون منخفضاً وذلك لأن المستهلكين خلال هذا الفصل من السنة يعتمدون على الغاز حيث يتبين لنا من المنحنى شكل تجميعي لتغيرات إستهلاك هذه الطاقة.

المطلب الثاني: دراسة الإستقرارية

كما لاحظنا في المطلب الأول، عدم التأكد من إستقرارية السلسلة محل الدراسة من الملاحظة البيانية بالعين المجردة للرسم البياني لها، لذا سوف نستعين بالإختبارات الإحصائية المعدَّة لذلك.

1- دراسة إستقرارية السلسلة *CNE*:

تعتبر دراسة الإستقرارية للسلسلة الزمنية ضرورية من أجل عملية النمذجة، فتكون مستقرة إذا تذبذبت حـــول وسط حسابي ثابت مع تباين ليس له علاقة بالزمن[1]، وللكشف عن مدى إستقرارية هذه السلـــسلة أم لا ســـوف نستعين بالإختبارات الإحصائية المعدة لذلك:

1-1 اختبار معنوية معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة *CNE*:

تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كانت معاملات دالة الإرتباط الذاتي P_k معدومة (تقع داخل مجال الثقـــة) من أجل كل قيمة لـــ$k > 0$ ، والشكل التالي يبين دالة الارتباط الذاتي البسيطة و الجزئية للسلسلة محل الدراسة:

الشكل رقم (4-2): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة *CNE*

Date: 05/16/08 Time: 11:36
Sample: 1988:10 2007:03
Included observations: 222

	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.917	0.917	189.27	0.000
2	0.841	0.001	349.24	0.000
3	0.791	0.125	491.48	0.000
4	0.792	0.305	634.53	0.000
5	0.816	0.235	787.08	0.000
6	0.815	0.000	940.04	0.000
7	0.790	-0.003	1084.5	0.000
8	0.739	-0.124	1211.3	0.000
9	0.715	0.082	1330.6	0.000
10	0.743	0.266	1460.2	0.000
11	0.792	0.210	1608.2	0.000
12	0.835	0.221	1773.1	0.000
13	0.768	-0.505	1913.4	0.000
14	0.701	-0.083	2030.8	0.000
15	0.658	-0.027	2134.8	0.000
16	0.651	-0.105	2237.3	0.000
17	0.676	0.100	2348.1	0.000
18	0.672	-0.022	2458.3	0.000
19	0.650	0.078	2562.0	0.000
20	0.605	0.057	2652.0	0.000
21	0.583	-0.002	2736.1	0.000
22	0.603	-0.037	2826.6	0.000
23	0.648	0.089	2931.5	0.000
24	0.686	0.094	3049.7	0.000
25	0.626	-0.242	3148.5	0.000
26	0.558	-0.096	3227.6	0.000
27	0.514	-0.035	3295.0	0.000
28	0.506	-0.005	3360.5	0.000
29	0.529	0.037	3432.5	0.000
30	0.529	0.051	3504.9	0.000

المصدر: مخرجات *Eviews*

[1] - Melard Guy, **Méthode de prévision à court terme** , Edition Ellipses , Bruxelles , 1990, p282.

نلاحظ من خلال دالة الارتباط الذاتي، أن المعاملات المحسوبة من أجل الفجوات k كلها معنويا تختلف عن الصفر (خارج مجال الثقة)، ويظهر وجود مركبة إتجاه عام في السلسلة، مع إنخفاض للأعمدة بمرور التأخيرات.

إن هذه الإختبارات البيانيــة تعتمد على المشاهدة بالعيــن المجردة والتحليل، وهذا مايجعل نتائجها غير دقيقة لذا نلجأ إلى تأكيــد هذه النتائج أو نفييها عن طريق الإختبارات الإحصائية، ولإثبات هذا نستعمل إختبار *Ljung-Box*.

2-1 إختبار *Ljung-Box*:

نستعمل هذا الإختبار لدراسة المعنوية الكلية لمعاملات دالة الإرتباط الذاتي، حيث توافق إحصائية الاختبار *LB* آخر قيمة في العمود *Q-Stat* في دالة الإرتباط الذاتي الجزئية والبسيطة، وتحسب بالعلاقة الرياضة التالية:

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{30}\frac{\hat{p}_k^2}{n-k} = 222(222+2)\sum_{k=1}^{30}\frac{\hat{p}_k^2}{222-k} = 3504.9\rangle\chi^2_{0.05:30} = 43.373$$

القرار: نرفض فرضية العدم القائلة بان كل معاملات دالة الإرتباط الذاتي مساوية للصفر، وهذا لأن الإحصائية *LB=3504.9* أكبر من الإحصائية الجدولة[1] $\chi^2_{0.05:30} = 43.373$.

2- إختبار ديكي فولر *Dickey-Fuller*:

2-1 إختبار ديكي فولر البسيط *Dickey-Fuller(DF)*:

يعتبر هذا الإختبار من بين أهم إختبارات الإستقرارية، بالإضافة إلى ذلك فهو يمكن أن يدلنا على أبسط طريق لجعل السلسلة تستقر، ويعتمد إختبار *DF*[2] على النماذج التالية:

النموذج الأول: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} + \varepsilon_t$

النموذج الثاني: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} + c_1 + \varepsilon_t$

النموذج الثالث: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} + c_2 + bt_1 + \varepsilon_t$

من أجل إستقرارية السلسلة *CNE*، سنحاول تتبع إستراتيجية إختبار *DF* التي تطرقنا لها في الفصل الثاني من هذا البحث[3]، على النحو التالي:

أ- تقدير النموذج الثالث: بالاستعانة ببرنامج *Eviews* تحصلنا على النتائج التالية:

---

[1] – قيمة كاي تربيع المجدولة ذات المعنوية 05% (43.373 مستخرجة من جدول كاي تربيع).

[2]- Dickey-Fuller.

[3] – أنظر الفصل الثاني الصفحة (80).

الجدول رقم (4-1):تقدير نموذج الثالث لإختبار *DF* على السلسلة *CNE*

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on CNE

ADF Test Statistic	-7.879214	1% Critical Value*	-4.0026
		5% Critical Value	-3.4312
		10% Critical Value	-3.1390

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNE)
Method: Least Squares
Date: 11/22/07 Time: 15:05
Sample(adjusted): 1988:11 2007:03
Included observations: 221 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNE(-1)	-0.443377	0.056272	-7.879214	0.0000
C	564.3463	73.67536	7.659906	0.0000
@TREND(1988:10)	2.769759	0.385195	7.190534	0.0000

R-squared	0.221657	Mean dependent var	5.793665
Adjusted R-squared	0.214516	S.D. dependent var	168.1989
S.E. of regression	149.0706	Akaike info criterion	12.86020
Sum squared resid	4844404.	Schwarz criterion	12.90633
Log likelihood	-1418.052	F-statistic	31.04103
Durbin-Watson stat	1.728997	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال بيانات الشكل أعلاه يمكن إختبار الفرضيات التالية:

✓ **إختبار الفرضية $(H_0 :b = 0)$:**

لدينا من خلال نتائج الجدول أعلاه أن الإحصائية المحسوبة لمعامل الاتجاه العام أكبر من الإحصائية المجدولة عند مستوى معنوية 5%، بالإضافة إلى قيمة الإحتمال الحرجة $(prob=0.0000< 0.05)$ وهذا ما يجعلنا نرفض الفرضية $(H_0 :b = 0)$، أي أن معامل الإتجاه العام يختلف معنويا عن الصفر.

✓ **إختبار الفرضية $(H_0 :\lambda= 0)$:**

من خلال الجدول أعلاه، نرفض فرضية وجود جذر أحادي في السلسلة *CNE*، لأن الإحصائية المحسوبة $t_{cal} =-7.87$ أكبر بالقيمة المطلقة من الإحصائية المجدولة $t_{tab} =-3.43$ عند مستوى معنوية 5% وكذلك عند 1% و 10%.

في هذه الحالة و طبقًا للخطوات المتبعة لمنهجية ديكي فولر، فإن السلسلة محل الدراسة توافق السيرورة *TS*، المعروفة بوجود مركبة إتجاه عام تحديدية، ومنه السلسلة غير مستقرة.

كما أنه تم تقدير النموذج الأول و الثاني لإختبار[1] *DF*، حيث وجدنا الإحصائية المحسوبة هي: $t_{cal} =-2.90$ و $t_{cal} =-0.12$ على الترتيب، أكبر بالقيمة المطلقة من الإحصائية المجدولة إذن نرفض فرضية وجود جذر أحادي في السلسلة *CNE*. عند مستوى معنوية 5% وكذلك عند 1% و 10%.

[1] – أنظر الملحق الثاني، الجداول بالأرقام: (2-1) ، (2-2).

إذن نستخدم إختبار ديكي فولار الصاعد (المطور) ADF[1].

2-2 إختبار ديكي فولر الصاعد* Dickey-Fuller Augmenté(ADF) :

يعتمد إختبار الجذر الأحادي ADF في دراسة إستقرارية السلسلة محل الدراسة، على تقدير النماذج القاعدية التالية:

النموذج السادس: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1}.\Delta CNE_{t-j} + \varepsilon_t$

النموذج الخامس: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1}.\Delta CNE_{t-j} + c + \varepsilon_t$

النموذج الرابـــع: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1}.\Delta CNE_{t-j} + c + bt + \varepsilon_t$

2-2-1 تحديد مستوى التأخيرات:

لتحديد مستوى التأخيرات P، نعتمد على المعايير الثلاثة التالية: Akaike، Schwarz , Log-likelihood وذلك بأقل قيمة للمعيارين الأول والثاني، و أعظم قيمة للمعيار الثالث[2].

قمنا بتقدير النماذج الثلاثة من أجل أعداد مختلفة للتأخيرات، ثم نختار قيمة P بإعتمادنا على المعيارين Akaike، Schwarz ؛ فكانت النتائج ملخَّصة في الجدول التـــالي:

الجدول رقم (4-2): معايير Akaike Schwarz , Log-likelihood للنموذج السادس حسب قيم P

P	AIC	SC	LOG-L	P	AIC	SC	LOG-L
1	12.811	12.873	−1405.25	8	12.790	12.964	−1351.23
2	12.815	12.892	−1398.25	9	12.707	12.897	−1335.02
3	12.787	12.880	−1387.80	10	12.555	12.762	−1311.60
4	12.758	12.867	−1377.28	11	12.028	12.251	−1249.01
5	12.772	12.897	−1371.40	12	11.966	12.206	−1235.49
6	12.785	12.926	−1365.48	13	11.981	12.238	−1230.01
7	12.784	12.941	−1357.90	14	11.943	12.216	-1219.10

المصدر: بناء شخصي بالاستعانة ببرنامج Eviews.

[1]- Bourbounnais R,Op-cit, p237.

* – ويطلق عليه أيضا إختبار ديكي فولر المطور.

[2] - Sandine Lardic, Valérie Mignon,Op-cit, p 112.

من خلال الجدول أعلاه نستنتج أن أقل قيمة لمعياري [*] *Akaike*، *Schwarz* توافق التأخير *P = 12*، ليكون بذلك نتائج تقدير النموذج السادس من الشكل:

$$\Delta CNE_{t} = \lambda CNE_{t-1} - \sum_{j=1}^{12} \phi_{j+1}.\Delta CNE_{t-j} + \varepsilon_t$$

أ- تقدير النموذج السادس:

الجدول رقم (4-3): تقدير نموذج السادس لإختبار *ADF* على السلسلة *CNE*

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on CNE

ADF Test Statistic	-1.094704	1% Critical Value*	-4.0049
		5% Critical Value	-3.4323
		10% Critical Value	-3.1396

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNE)
Method: Least Squares
Date: 11/22/07 Time: 15:08
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNE(-1)	-0.080860	0.073865	-1.094704	0.2750
D(CNE(-1))	-0.481456	0.098041	-4.910737	0.0000
D(CNE(-2))	-0.513924	0.097701	-5.260183	0.0000
D(CNE(-3))	-0.556345	0.096193	-5.783654	0.0000
D(CNE(-4))	-0.535630	0.094364	-5.676229	0.0000
D(CNE(-5))	-0.508887	0.092075	-5.526882	0.0000
D(CNE(-6))	-0.540440	0.090828	-5.950185	0.0000
D(CNE(-7))	-0.474287	0.089534	-5.297282	0.0000
D(CNE(-8))	-0.515681	0.084848	-6.077679	0.0000
D(CNE(-9))	-0.539381	0.080676	-6.685767	0.0000
D(CNE(-10))	-0.502578	0.077759	-6.463281	0.0000
D(CNE(-11))	-0.454988	0.074693	-6.091414	0.0000
D(CNE(-12))	0.279662	0.070829	3.948422	0.0001
C	130.7041	91.01975	1.435998	0.1526
@TREND(1988:10)	0.592075	0.474272	1.248388	0.2134

R-squared	0.723686	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.703746	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	92.73384	Akaike info criterion	11.96641
Sum squared resid	1668316.	Schwarz criterion	12.20629
Log likelihood	-1235.490	F-statistic	36.29284
Durbin-Watson stat	1.997075	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال تقدير النموذج السادس لإختبار *ADF* للسلسلة محل الدراسة، يمكننا إختبار الفرضيات التالية:

❖ **إختبار الفرضية *(H_0 :λ= 0)*:**

من خلال النتائج أعلاه، نقبل فرضية وجود جذر أحادي في السلسلة، لأن الإحصائية المحسوبة $t_{cal} = -1.09$ أقل بالقيمة المطلقة من الإحصائية المجدولة عند مستوى معنوية 5% وكذلك عند 1% و 10%.

❖ **إختبار الفرضية *(H_0 :b = 0)*:**

من خلال نتائج الجدول أعلاه، يمكننا رفض فرضية النموذج من نوع *TS*، لأن معامل الإتجاه العام يختلف معنويا عن الصفر، لأن قيمة الإحتمال الحرجة أكبر من 0.05 (*prob=0.21 > 0.05*).

[*] – تم تحديد مستوى التأخيرات وفقا لمعياري AIC و SC ولم الإستغناء عن معيار Log-likelihood لأنه بقي في تزايد مستمر.

ومنه تكون السلسلة *CNE* غير مستقرة.

ب- تقدير النموذج الخامس:

بعد تقدير النموذج الخامس من أجل أعداد مختلفة من التأخيرات وجدنا أن أقل قيمة لمعياري *Akaike* و*Schwarz*، توافق التأخير *P=12* وكانت نتائج التقدير بالإستعانة ببرنامج *Eviews* كالتالي:

الجدول رقم (4-4):تقدير النموذج الخامس لإختبار *ADF* على السلسلة *CNE*

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on CNE

ADF Test Statistic	0.537132	1% Critical Value*	-3.4630
		5% Critical Value	-2.8754
		10% Critical Value	-2.5741

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNE)
Method: Least Squares
Date: 11/22/07 Time: 15:09
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNE(-1)	0.008971	0.016701	0.537132	0.5918
D(CNE(-1))	-0.564553	0.072085	-7.831796	0.0000
D(CNE(-2))	-0.590195	0.076350	-7.730096	0.0000
D(CNE(-3))	-0.625356	0.078834	-7.932570	0.0000
D(CNE(-4))	-0.597050	0.080638	-7.404067	0.0000
D(CNE(-5))	-0.562575	0.081531	-6.900144	0.0000
D(CNE(-6))	-0.586940	0.082957	-7.075225	0.0000
D(CNE(-7))	-0.513214	0.084049	-6.106153	0.0000
D(CNE(-8))	-0.547296	0.081097	-6.748652	0.0000
D(CNE(-9))	-0.563115	0.078516	-7.171970	0.0000
D(CNE(-10))	-0.518874	0.076765	-6.759229	0.0000
D(CNE(-11))	-0.464176	0.074436	-6.235888	0.0000
D(CNE(-12))	0.276989	0.070898	3.906881	0.0001
C	24.77938	32.98960	0.751127	0.4535

R-squared	0.721466	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.702897	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	92.86654	Akaike info criterion	11.96484
Sum squared resid	1681718.	Schwarz criterion	12.18873
Log likelihood	-1236.326	F-statistic	38.85344
Durbin-Watson stat	1.994621	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*.

- **إختبار الفرضية $(H_0 : C = 0)$:**

من خلال نتائج الجدول أعلاه، يمكننا رفض الفرضية الصفرية، لأن المعامل الثابت لا يختلف معنوياً عن الصفر، وهذا لأن قيمة الإحتمال الحرجة أكبر من 0.05 (*prob*=0.45>0.05).

- **إختبار الفرضية $(H_0 : \lambda = 0)$:**

نقبل فرضية وجود جذر أحادي في السلسلة مح الدراسة، لأن الإحصائية المحسوبة لإختبار*ADF* أقل من الإحصائية المجدولة بالقيمة المطلقة عند مستوى معنوية 5% (وكذلك عند 1% و 10%).

أما عن تقدير النموذج الرابع، فقد أعطى برنامج *Eviews* النتائج التالية[1]:

[1] - أنظر الملحق الملحق الثانين الجدول رقم: (2-3).

الجدول رقم (4-5):جزء من نتائج تقدير النموذج الرابع لإختبار ADF للسلسلة CNE

ADF Test Statistic	5.184680	1% Critical Value*	-2.5754
		5% Critical Value	-1.9412
		10% Critical Value	-1.6165

المصدر: مقطع من مخرجات *Eviews*. في الملحق الثاني.

- نلاحظ أن الإحصائية المحسوبة لإختبار*ADF* $t_{cal}= 5.18$ أكبر (بالقيمة المطلقة) من الإحصائية المجدولة $t_{tab} = -1.94$ عند مستوى معنوية 5% (وكذلك عند 1% و 10%)، ومنه نقبل فرضية وجود جذر أحادي في السلسلة *CNE*، أي أن السلسلة محل الدراسة غير مستقرة.

ملخص لنتائج إختبارات الإستقراية للسلسلة *CNE* :

- من خلال الشكل رقم (4-2) أعلاه، نلاحظ أن معاملات الإرتباط الذاتي المقدرة للسلسلة *CNE*، من أجل كل الفجوات $K = 1.2.3.........30$ ، تختلف معنوياً عن الصفر(خارج مجال الثقة)، هذه الوتيرة المنتظمة لمعاملات الإرتباط في كل سنة، ترجع إلى وجود المركبة الفصلية في السلسلة *CNE*، التي تحول دون إستقرارية هذه الأخيرة، وهذا ما أكدته لنا إحصائية *Ljung-Box*.
- وطبقا لمنهجية *DF* فقد تبين لنا أن معامل الإتجاه العام المقدر في النموذج الثالث يختلف معنويا عن الصفر (رفض(H_0:$b=0$))، وبرفض $H_0 : \phi_1 = 1$ يتضح أن السلسلة محل الدراسة لا تحتوي على جذر أحادي، إلا أن هذا الإختبار لا يأخذ بعين الإعتبار مشكلة الإرتباط الذاتي للأخطاء، من أجل هذا إستعملنا إختبار *ADF*، بإدراج الفروق ذات الفجوة الزمنية ΔCNE_{t-j} ($j=1,2,3,\ldots 12$)، فكانت النتائج مخالفة لإختبار *DF*، حيث وجدنا:
  - ✓ في النموذج (6): برفض الفرضية $(H_0 : b = 0)$ نرفض فرضية أن تكون السلسلة *CNE* تتبع النموذج *TS*.
  - ✓ في النموذج (5): بقبول الفرضية $(H_0 : C = 0)$ نرفض فرضية أن تكون السلسلة *CNE*. عبارة عن نموذج *DS* ذو مشتق (*DS avec dérive*).
  - ✓ في النماذج (4)، (5)، (6): بقبول الفرضية $H_0 : \lambda = 0$ نستنتج أن السلسلة تحتوي على جذر وحدوي.

ومن خلال هذه النقاط نستنتج أن السلسلة *CNE* غير مستقرة، وتحمل خصائص نموذج *DS* (دون مشتق)، الذي يكتب من الشكل: $Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$، ويعرف باسم نموذج المشي العشوائي "*Random Walk Model*" وهو كثير الإستعمال في دراسة الأسواق المالية.

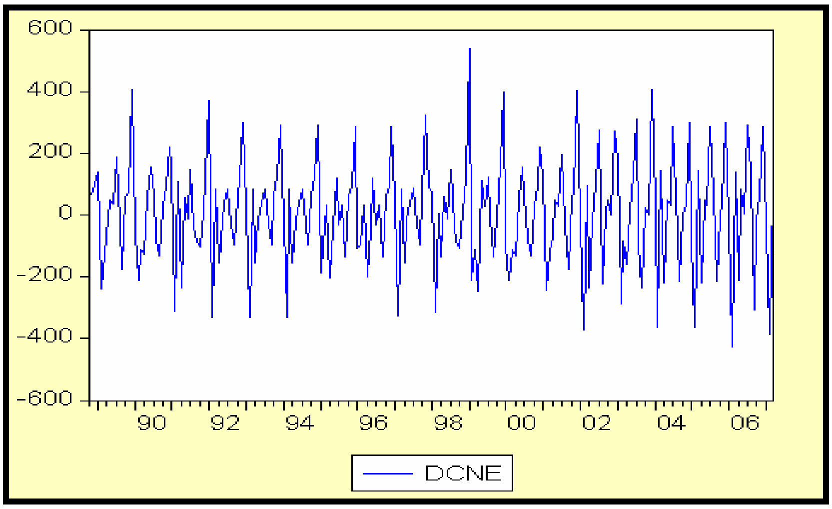
المطلب الثالث: إزالة المركبة الفصلية ومركبة الاتجاه العام

.بملاحظة الشكل رقم (4-1) يمكن قراءة التغيرات الفصلية في السلسلة *CNE*، من خلال الصورة المنتظمة للمنحنى الممثل التي تتكرر في كل سنة، وهذا راجع إلى العوامل الموسمية التي تتحكم في إستهلاك الطاقة الكهربائية، وتوجد عدة طرق لنزع المركبة الموسمية منها طريقة الفروقات وطريقة إدخال المعاملات الموسمية.

1- إجراء الفروقات من الدرجة الأولى:

من أجل إزالة مركبة الاتجاه العام العشوائية في السلسلة *CNE* نجري الفروقات من الدرجة الأولى لنحصل على السلسلة الجديدة $DCNE_t$ والممثلة في الشكل التالي:

الشكل رقم(4-3): التمثيل البياني للسلسلة $DCNE_t$



المصدر: مخرجات *Eviews*.

نلاحظ أن المنحنى يأخذ شكل موازي تقريباً لمحور الفواصل، مما يوحي لنا مبدئيا بغياب التغير المنتظم في الإتجاه العام بدلالة الزمن.

2- إختبار الإستقرارية على السلسلة الجديدة $DCNE_t$:

إن الملاحظة البسيطة للمنحنى أعلاه، لا تكفي لوحدها لإعطائنا إجابة حول وجود إتجاه عام في السلسلة $DCNE_t$، لذلك لابد من اللجوء إلى المقاييس الإحصائية المعروفة، ونظرًا لأهمية مرحلة دراسة الإستقرارية في تحليل السلاسل الزمنية، سنحاول الإستعانة بعدد أكبر من الإختبارات الإحصائية المخصصَة لذلك.

2-1 إختبار ديكي فولر(DF):

يساعدنا هذا الإختبار في كشف وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNE_t$ بالاعتماد على تقدير النماذج القاعدية التالية:

النموذج الأول: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} + \varepsilon_t$

النموذج الثاني: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} + c_1 + \varepsilon_t$

النموذج الثالث: $\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} + c_2 + bt_1 + \varepsilon_t$

أ- تقدير النموذج الثالث: بالاستعانة ببرنامج *Eviews*، كانت النتائج كالتالي:

الجدول رقم (4-6): تقدير النموذج الثالث إختبار *DF* على السلسلة $DCNE_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DCNE

ADF Test Statistic	-15.22387	1% Critical Value*	-4.0027
		5% Critical Value	-3.4313
		10% Critical Value	-3.1390

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 12/24/07 Time: 20:41
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-1.033102	0.067861	-15.22387	0.0000
C	5.015495	23.05510	0.217544	0.8280
@TREND(1988:10)	0.006111	0.179639	0.034017	0.9729

R-squared	0.516462	Mean dependent var	0.078182
Adjusted R-squared	0.512005	S.D. dependent var	242.2300
S.E. of regression	169.2136	Akaike info criterion	13.11374
Sum squared resid	6213417.	Schwarz criterion	13.16002
Log likelihood	-1439.512	F-statistic	115.8877
Durbin-Watson stat	2.013681	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*

لِقراءة بسيطة لبَيانات الشَّكل أعلاه، يمكن أن نستخرِج النتائج التالية:

❖ **إختبار الفرضية $(H_0 : b = 0)$:**

لدينا $prob=0.9729 > 0.05$ ومنه نقبل الفرضية الصفرية $(H_0 : b = 0)$ التي تشير إلى أن معامل الإتجاه لا يختلف معنويا عن الصفر، إذن بالمقابل نرفض فرضية أن السلسلة $DCNE_t$ تحتوي على مركبة إتجاه عام تحديدية (نموذج*TS*).

❖ **إختبار الفرضية $(H_0 : \lambda = 0)$:**

من الجدول أعلاه يتضح لنا أن الإحصائية المحسُوبة $t_{cal}= -15.22$ أكبر بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة t_{tab} : ‎-4.00، ‎-3.43، ‎-3.13، وهذا عند مستويات معنوية: 1%، 5%، 10% على الترتيب، ومنه نرفض الفرضية H_0، وهذا يعني عدم وجود جذر وحدوي (أحادي) في السلسلة $DCNE_t$.

ب- تقدير النموذج الثاني:

أعطى تقدير المعادلة $\Delta DCNE_t = \lambda DCNE_{t-1} + c + \varepsilon_t$ النتائج التالية:

الجدول رقم (4-7): تقدير النموذج الثاني لإختبار *DF* على السلسلة $DCNE_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DCNE

ADF Test Statistic	-15.25913	1% Critical Value*	-3.4615
		5% Critical Value	-2.8747
		10% Critical Value	-2.5737

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 12/29/07 Time: 20:17
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-1.033112	0.067704	-15.25913	0.0000
C	5.696901	11.38817	0.500247	0.6174

R-squared	0.516459	Mean dependent var	0.078182
Adjusted R-squared	0.514241	S.D. dependent var	242.2300
S.E. of regression	168.8255	Akaike info criterion	13.10466
Sum squared resid	6213450.	Schwarz criterion	13.13551
Log likelihood	-1439.512	F-statistic	232.8411
Durbin-Watson stat	2.013655	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*.

❖ **إختبار الفرضية (H_0: $C=0$):**

إن المعامل الثابت *C* لا يختلف معنويا عن الصفر، كون قيمة الإحتمال الحرجة *Probabilité critique* أكبر من 0.05 ($Prob=0.61>0.05$)، مما يجعلنا نقبل الفرضية H_0، وهذا يعني رفض الفرضية القائلة بأن تكون السلسلة $DCNE_t$ تمثل سيرورة *DS* ذو مشتق(*DS avec dérive*).

❖ **إختبار الفرضية (H_0 :$\lambda= 0$):**

إن الإحصائية المحسوبة لإختبار *DF*، $t_{cal}= -15.25$ أقل (أو أكبر بالقيمة المطلقة) من القيم الحرجة t_{tab} : -3.46، -2.87، -2.57 ، وهذا عند مستويات معنوية: 1%، 5%، 10% على الترتيب، ومنه نرفض الفرضية H_0، وهذا يعني عدم وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNE_t$.

وحسب منهجية *DF*، إذا كان المعامل الثابت في النموذج الثاني لا يختلف معنويا عن الصفر أي رفض فرضية نموذج *DS* ذو مشتق، يكون لدينا شروط كافية بأن نقول السلسلة $DCNE_t$ مستقرة.

ج- تقدير النموذج الأول:

كانت نتائج تقدير المعادلة $\Delta DCNE_t = \lambda \Delta DCNE_{t-1} + \varepsilon_t$ كما يلي:

الجدول رقم (4-8): تقدير النموذج الأول لإختبار *DF* على السلسلة $DCNE_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DCNE

ADF Test Statistic	-15.27710	1% Critical Value*	-2.5749
		5% Critical Value	-1.9411
		10% Critical Value	-1.6164

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 12/29/07 Time: 20:56
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-1.032017	0.067553	-15.27710	0.0000

R-squared	0.515904	Mean dependent var	0.078182
Adjusted R-squared	0.515904	S.D. dependent var	242.2300
S.E. of regression	168.5363	Akaike info criterion	13.09671
Sum squared resid	6220583.	Schwarz criterion	13.11214
Log likelihood	-1439.639	Durbin-Watson stat	2.013067

المصدر: مخرجات *Eviews*

❖ **إختبار الفرضية $(H_0 : \lambda = 0)$:**

من الجدول أعلاه نلاحظ أن الإحصائية المحسوبة لإختبار *DF*، $t_{cal}=-15.27$ أقل من القيم الحرجة (أكبر بالقيمة المطلقة) t_{tab} : -2.57 ، -1.94، -1.61 ، وهذا عند مستويات معنوية: 1%، 5%، 10% على الترتيب، ومنه نرفض الفرضية H_0 وهذا يعني عدم وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNE_t$.

وهذا ما يؤكد النتيجة المتوصل إليها في النموذج الثاني، فيما يتعلق بقبول فرضية إستقرارية السلسلة محل الدراسة.

2-2 إختبار *ADF* على السلسلة $DCNE_t$:

النموذج السادس:
$$\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1} . \Delta CNE_{t-j} + \varepsilon_t$$

النموذج الخامس:
$$\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1} . \Delta CNE_{t-j} + c + \varepsilon_t$$

النموذج الرابـــع:
$$\Delta CNE_t = \lambda CNE_{t-1} - \sum_{j=1}^{p} \phi_{j+1} . \Delta CNE_{t-j} + c + bt + \varepsilon_t$$

وقبل تقدير النماذج القاعدية الثلاثة أعلاه، لا بد من تحديد مستوى التأخيرات *P*، حيث نقوم بتقدير النموذج السادس من أجل أعداد مختلفة للتأخيرات (P=1،2......،20)، يكون مستوى *P* الأمثل الذي يعطي أقـــل قيمـــة للمعيارين *Akaike*، *Schwarz*.

الجدول رقم (4-9): معياري *Akaike*، *Schwarz* للنموذج (6) حسب قيم *P*

P	*AIC*	*SC*	*P*	*AIC*	*SC*
1	13.07	13.14	7	12.84	13.00
2	12.93	13.01	8	12.73	12.90
3	12.84	12.93	9	12.56	12.75
4	12.84	12.95	10	12.07	12.23
5	12.85	12.97	**11**	**11.96**	**12.18**
6	12.86	13.00	12	11.97	12.21

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

من خلال الجدول أعلاه، يمكننا إختيار مستوى التأخيرات *P=11*، الذي يوافق أقل قيمة لمعياري *AIC* و *SC* ، هذا بالأخذ بعين الإعتبار قيمة إحصائية *DW*، ومنه يكون النموذج (6) لإختبار *ADF* للسلسلة $DCNE_t$ على الشكل التالي:

$$\Delta DCNE_t = \lambda DCNE_{t-1} - \sum_{j=2}^{11} \phi_j \Delta DCNE_{t-j+1} + c + bt + \varepsilon_t$$

الجدول رقم (4-10): تقدير النموذج السادس لإختبار *ADF* على السلسلة $DCNE_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DCNE

ADF Test Statistic	-8.689187	1% Critical Value*	-4.0049
		5% Critical Value	-3.4323
		10% Critical Value	-3.1396

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 12/29/07 Time: 22:47
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-6.828227	0.785830	-8.689187	0.0000
D(DCNE(-1))	5.270481	0.730275	7.217116	0.0000
D(DCNE(-2))	4.686031	0.669848	6.995663	0.0000
D(DCNE(-3))	4.065542	0.606475	6.703555	0.0000
D(DCNE(-4))	3.472708	0.541097	6.417908	0.0000
D(DCNE(-5))	2.913525	0.474650	6.138260	0.0000
D(DCNE(-6))	2.329171	0.405444	5.744738	0.0000
D(DCNE(-7))	1.817632	0.334175	5.439157	0.0000
D(DCNE(-8))	1.271413	0.265001	4.797775	0.0000
D(DCNE(-9))	0.708703	0.198051	3.578381	0.0004
D(DCNE(-10))	0.189567	0.133279	1.422339	0.1565
D(DCNE(-11))	-0.275504	0.070763	-3.893348	0.0001
C	32.32244	14.42527	2.240682	0.0262
@TREND(1988:10)	0.086294	0.107136	0.805464	0.4215

R-squared	0.865957	Mean dependent var	0.106220
Adjusted R-squared	0.857021	S.D. dependent var	245.3708
S.E. of regression	92.78100	Akaike info criterion	11.96300
Sum squared resid	1678621.	Schwarz criterion	12.18689
Log likelihood	-1236.133	F-statistic	96.90452
Durbin-Watson stat	1.994012	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*.

ويمكن تلخيص نتائج إختبار *ADF* على السلسلة $DCNE_t$ في الجدول التالي:

الجدول رقم (4-11): نتائج إختبار *ADF* للسلسلة $DCNE_t$

إختبار *ADF* للسلسلة $DCNE_t$ عدد التأخيرات (أقل قيمة لـــ: *SC* و*AIC*)=11						
	$(H_0:\lambda=0)$		$(H_0:b=0)$		$(H_0:C=0)$	
	$t_{\hat{\Phi}_1}cal$	$t_{\hat{\Phi}_1}tab_{5\%}$	t_{cal}	*Prob*	t_{cal}	*Prob*
النموذج(**4**)	-6.4975	-1.9412	-	-	-	-
النموذج(**5**)	-8.6618	-2.8754	-	-	5.2149	0.0000
النموذج(**6**)	-8.6891	-3.4323	0.80584	0.4215	2.2406	0.0262

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews* .

من خلال الجدول أعلاه، نلاحظ أنه في كل النماذج (6)،(5)،(4) لدينا الإحصائية المحسوبة لإختبار *ADF* أقل (أكبر بالقيمة المطلقة) من القيم الحرجة لجدول *Mackinnon* عند مستوى معنوية 5% وكذلك عند 1%،10%، مما يجعلنا نقبل بأن السلسلة $DCNE_t$ مستقرة وذلك لعدم وجود جذر أحادي فيها.

إن هذه النتائج لإختبار *ADF* توافق ما وجدناه في إختبار *DF* في أن السلسلة $DCNE_t$ لا تحتوي على جذر وحدوي، ومنه تكون السلسلة الجديدة مستقرة.

3-2 إختبار فيليبس بيرون *PP*:

إن الشيء المضاف في الإختبار *(PP)*، هو أخذ بعين الاعتبار الأخطاء ذات التباينـــات غير المتجانســة *(Les erreurs hétéroscédastiques)*، عن طريق تصحيح غير معلمي لإحصاءات ديكي فولر، حيث قام كل من فيلبس وبيرون (1988) بتقدير التباين الطويل الأجل S_1^2، المستخرجة من خلال التباينات المشتركة لبواقي النماذج القاعدية لديكي فولر، حيث :

$$S_1^2 = \frac{1}{221}\sum_{t=1}^{221} e_t^2 + 2\sum_{i=1}^{l}\left(1-\frac{1}{l+1}\right)\frac{1}{221}\sum_{t=i+1}^{221} e_t e_{t-1}$$

- وقبل تقدير S_1^2، يشترط أولا حساب عدد التأخيرات *Trancature de Newey- West"l"*

$$l = 4\left(\frac{n}{100}\right)^{2/9} = 4\left(\frac{221}{100}\right)^{2/9} \approx 5$$

فكانت لدينا النتائج التالية[1]:

[1]- أنظر الملحق الثالث، الجداول بالأرقام:(3-1)، (3-2)، (3-3).

الجدول رقم (4-12) : نتائج إختبار فيليبس بيرون للسلسلة $DCNE_t$

الفرضية H_0: السلسلة *DCNE* مستقرة. عدد التأخيرات ***Trancature de Newey- West*** = 5				
إختبار *PP*	إحصائية *PP*	***Mackinnon*** *القيمة الحرجة لجدول*		
		%1	*%5*	*%10*
النموذج (3)	-18.48679	-4.0027	-3.4313	-3.1390
النموذج (2)	-18.54956	-2.8747	-2.8747	-2.5737
النموذج (1)	-18.46534	-2.5749	-1.9411	-1.6164

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

من خلال الجدول أعلاه، وبعد التصحيح غير المعلمي لفيليبس وبيرون (مع عدد التأخيرات المساوية لـــ 5) فإننا نرفض فرضية وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNE_t$ (إحصائية *PP* أكبر بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة عند مستويات 1%، 5% و10% (وكذلك $prob=0.016 < 0.05$).

2-4 إختبار *KPSS* على السلسلة $DCNE_t$:

نهدف من خلال إختبار *KPSS* إلى إختبار فرضية العدم التي تقرر إستقرارية السلسلة $DCNE_t$ ، انطلاقا من إحصائية مضاعف لاغرانج *(LM)Multiplicateur de Lagrange*

$$LM = \frac{1}{s_1^2}\frac{\sum_{t=1}^{n} S_t^2}{n^2}$$

S_t : المجاميع الجزئية لبواقي تقدير النماذج (2) و (3)، أي: $S_t = \sum_{i=1}^{t} e_i$

s_1^2 : التباين الطويل الأجل المقدر بنفس طريقة إختبار فيليبس و بيرون، ولكن بحساب عدد التأخيرات m كما يلي:

$$m \approx 5(n)^{0.25} = 5(221)^{0.25} = 19.27 \approx 19$$

ومن أجل حساب إحصائية *KPSS* للسلسلة $DCNE_t$ إستعملنا برنامج *Eviews* [1] ، فكانت النتائج المتحصل عليها ملخصة في الجدول التالي:

[1] – أنظر الملحق الثالث، الجداول بالأرقام: (3-6)، (3-7).

الجدول رقم (4-13): نتائج إختبار *KPSS* للسلسلة$DCNE_t$

<table>
<tr><td colspan="5">الفرضية H₀: السلسلة DCNESA_t مستقرة
عدد التأخيرات Trancature de Newey- West = 19</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">القيمة الحرجة لــ Kwiatkowski وal</td><td rowspan="2">إحصائية LM</td><td rowspan="2">إختبارKPSS</td></tr>
<tr><td>القرار</td><td>%10</td><td>%5</td></tr>
<tr><td>قبول H0</td><td>0.347</td><td>0.463</td><td>0.044</td><td>النموذج (2)</td></tr>
<tr><td>قبول H0</td><td>0.119</td><td>0.146</td><td>0.044</td><td>النموذج (3)</td></tr>
</table>

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

❖ **إختبار الفرضية H_0**:

لدينا من خلال الجدول أعلاه، أنه في كل من النموذجين (2) و (3) أن إحصائية إختبار *KPSS* أقل من القيم الحرجة عند مستويات معنوية[1] 5% و 10 %، وهو ما يجعلنا نقبل فرضية العدم التي تقرر إستقرارية السلسلة $DCNE_t$

2-5 إختبارات التوزيع الطبيعي:

سنحاول في هذه الفقرة معرفة ما إذا كانت السلسلة $DCNE_t$ تحمل خصائص التوزيع الطبيعي، من أجل هذا يمكننا أن نستعين بإختبارات *Jarque-Berra , Kurtosis , Skewness*.

2-5-1 إختبارات *Kurtosis , Skewness*

يمكن دراسة التوزيع الطبيعي للسلسلة $DCNE_t$ عن طريق إختبارات فرضيتي التناظر والتسطح، بإستعمال معامل *Skewness* و *Kurtosis* على الترتيب، حيث:

إذا كان: $\mu_k = \frac{1}{222}\sum_{i=1}^{n}\left(DCNE_t - \overline{DCNE}\right)^k$ (العزوم الممركزة من الرتبة k) فإن:

$$Skewness = \beta_1^{1/2} = \frac{u_3}{u_2^{3/2}} \rightarrow N\left(0، \sqrt{\frac{6}{222}}\right).$$

$$Kurtosis \ = \beta_2 = \frac{u_4}{u_2^2} \rightarrow N\left(3، \sqrt{\frac{24}{222}}\right)$$

❖ **إختبار *Skewness***:

لإختبار فرضية العدم (فرضية التناظر)، $H_0 : V_1 = 0$ نقوم بحساب الإحصائية :

$$V_1 = \frac{\beta_1^{1/2}}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = \frac{0.048325}{\sqrt{\frac{6}{221}}} = \frac{0.048325}{0.164770} = 0.29328$$

[1] – وكذلك عند مستوى معنوية 1 %

❖ إختبار ***Kurtosis***:

في هذه الحالة نختبر فرضية التسطح الطبيعي *Applatissement normal* $H_0 = V_2 = 0$

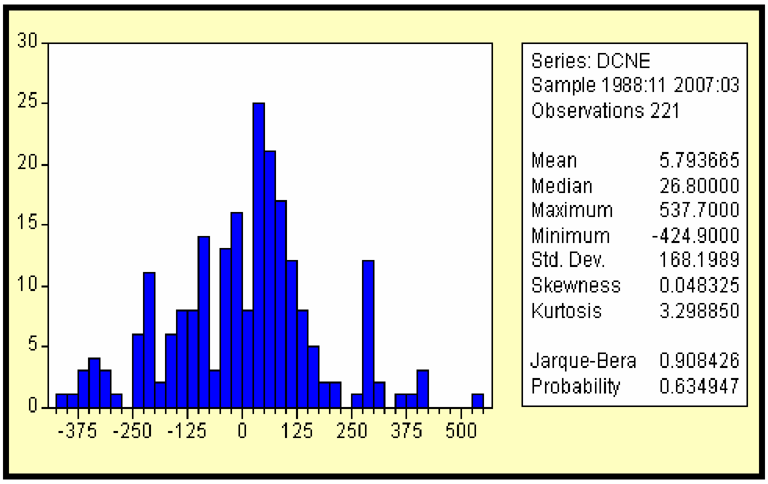
$$V_2 = \frac{\beta_1 - 3}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = \frac{3.29 - 3}{\sqrt{\frac{24}{221}}} = \frac{0.29}{0.32} = 0.9$$

لإختبار فرضية العدم (السلسلة $DCNE_t$ ذات توزيع طبيعي: H_0) نقوم بحساب إحصائية جاك-بيرا (S) حيث:

$$S = \frac{n}{6}\beta_1 + \frac{n}{24}(\beta_2 - 3)^2 \rightarrow X^2_{1-\alpha}(2)$$

$$S = \frac{221}{6}(0.04) + \frac{221}{24}(3.29 - 3)^2 \rightarrow 1.47 + 0.77 = 2.24$$

الشكل رقم(4-4): معاملات التوزيع الطبيعي للسلسلة$DCNE_t$



المصدر: مخرجات *Eviews*

بعد حساب إختبارات *Skewness* , *Kurtosis* نرفض أن تكون السلسلة متناظرة ولها تسطح طبيعي، وكذلك نرفض فرضية التوزيع الطبيعي حسب إختبار *Jarque-Berra*.

نتيجـــة: من خلال الأدوات الإحصائية: ***ADF*** ، ***Phillips-Perron***، ***KPSS*** نقبل بفرضية إستقرارية السلسلة الجديدة $DCNE_t$

3- إدخال المعاملات الموسمية :

من أجل نزع المركبة الموسمية توجد طريقة تستخدم فيها معاملات شهرية تسمى المعاملات الموسمية، هذه الأخيرة تقسم أو تطرح من المشاهدات الأصلية للسلسلة *CNE* حسب كل شهر.

بمساعدة برنامج *Eviews* تحصلنا على قيم المعاملات الشهرية المناسبة لنزع المركبة الفصلية من السلسلة *CNE*.

الشكل رقم (4-5): المعاملات الشهرية المستخدمة في نزع المركبة الفصلية

Date: 06/01/08 Time: 12:54
Sample: 1988:10 2007:03
Included observations: 222
Ratio to Moving Average
Original Series: CNESA
Adjusted Series: CNESASA

Scaling Factors:

1	1.000140
2	1.003846
3	1.002970
4	1.003698
5	1.002689
6	1.002930
7	0.995544
8	0.994029
9	0.997331
10	0.998290
11	1.000425
12	0.998171

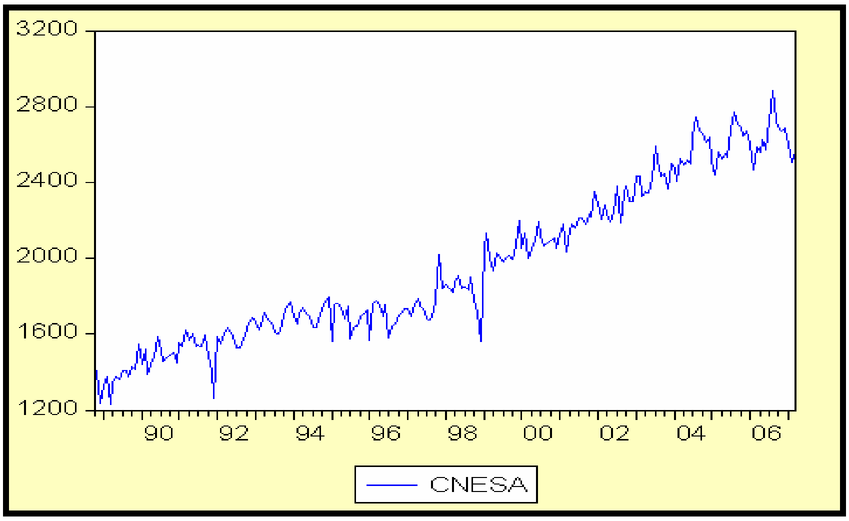
المصدر: مخرجات *Eviews*

نحصل على السلسلة المصححة الجديدة $CNESA_t$ ، من خلال طرح هذه المعاملات *(CS)* من بيانات السلسلة *CNE* حسب كل شهر، وكحالة عامة رمزنا إلى الأشهر بـــ:*(i)* وإلى السنوات بـــ:*(j)* أي:

$$CNESA_{i,j} = CNE_{i,j} - CS_i \qquad \forall(i = 1,2,.....,12)$$

إذن من خلال هذه الصيغة يمكن أن نحسب 222 مشاهدة للسلسلة $CNESA_t$ والممثلة في الشكل التالي:

الشكل رقم (4-6): التمثيل البياني للسلسلة $CNESA_t$



المصدر: مخرجات *Eviews*

بالنظر إلى دالة الارتباط الذاتي[1]، نلاحظ أن معظم معاملات الإرتباط الذاتي للسلسلة $CNESA_t$ معنويا تختلف عن الصفر (خارج مجال الثقة)، وهو ما تؤكده لنا إحصائية *Ljung-Box* بشكل واضح، من أجل فجوات أقل أو يساوي (30):

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{30}\frac{\hat{p}_k^2}{n-k} = 222(222+2)\sum_{k=1}^{30}\frac{\hat{p}_k^2}{222-k} = 448.01\rangle \chi^2_{0.05;30} = 43.373$$

إذن نرفض الفرضية التي تنص على إنعدام كل معاملات الإرتباط الذاتي.

3-1 إختبارات الإستقرارية على السلسلة بعد نزع المركبة الفصلية ($CNESA_t$):

من أجل إختبارات الإستقرارية للسلسلة الجديدة (بعد نزع المركبة الفصلية) وفقا لمنهجية *ADF*، لا بد من تقدير النماذج القاعدية التي ذكرناها سابقا[2].

وقبل ذلك، يجب أولا تحديد مستوى التأخيرات P الموافق لأقل قيمة للمعايير *Akaike, Schwarz* ، من أجل هذا قمنا بتقدير النموذج السادس، فتحصلنا على النتائج التالية:

الجدول رقم (4-14): معايير *Akaike, Schwarz* للنموذج السادس حسب قيم *P*

P	AIC	SC
1	11.65	11.71
2	11.63	11.71
3	11.62	11.71
4	11.63	11.74
5	**11.61**	**11.74**
6	11.62	11.74
7	11.62	11.78

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن القيمة المثلى لــ P هي: 5، كونها توافق أقل قيمة لمعيار *Akaike* (AIC=11.61) ، كما تجدر الإشارة إلى أن قيمة DW=1.997 جيدة لأنها قريبة من 2 ، ومنه يكون شكل النموذج السادس على النحو التالي:

$$\Delta CNESA_t = \lambda CNESA_{t-1} - \sum_{j=1}^{5}\phi_{j+1}\Delta CNESA_{t-j} + c + bt + \mu_t$$

بعد تقدير هذا النموذج بواسطة المربعات الصغرى، تحصلنا على النتائج التالية:

[1] – أنظر الملحق الرابع، الشكل رقم: (4-1).

[2] – أنظر الفصل الثاني ص80.

الجدول رقم (4-15): تقدير النموذج السادس لإختبار *ADF* للسلسلة $CNESA_t$

ADF Test Statistic	-2.613205	1% Critical Value*	-4.0035
		5% Critical Value	-3.4317
		10% Critical Value	-3.1393

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNESA)
Method: Least Squares
Date: 05/11/08 Time: 19:26
Sample(adjusted): 1989:04 2007:03
Included observations: 216 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNESA(-1)	-0.153928	0.058904	-2.613205	0.0096
D(CNESA(-1))	-0.301945	0.080100	-3.769587	0.0002
D(CNESA(-2))	-0.248301	0.081457	-3.048234	0.0026
D(CNESA(-3))	-0.244125	0.079299	-3.078532	0.0024
D(CNESA(-4))	-0.094223	0.075004	-1.256250	0.2104
D(CNESA(-5))	-0.131686	0.068069	-1.934606	0.0544
C	206.2743	73.84217	2.793448	0.0057
@TREND(1988:10)	0.955368	0.379330	2.518568	0.0125

R-squared	0.221529	Mean dependent var	6.186574
Adjusted R-squared	0.195330	S.D. dependent var	88.21933
S.E. of regression	79.13572	Akaike info criterion	11.61654
Sum squared resid	1302592.	Schwarz criterion	11.74155
Log likelihood	-1246.586	F-statistic	8.455777
Durbin-Watson stat	1.997866	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال الشكل أعلاه يمكن أن نستنتج النتائج التالية:

❖ **إختبار الفرضية** $(H_0 : b = 0)$:

إن معامل الإتجاه العام في السلسلة $CNESA_t$ يختلف معنويا عن الصفر (لأن: $prob = 0.0125 \prec 0.05$).
وبالتالي نرفض الفرضية $(H_0 : b = 0)$.

❖ **إختبار الفرضية** $(H_0 : \lambda = 0)$:

لدينا الإحصائية المحسوبة لإختبار *ADF* هي: $(-2.6132.5)$أقل بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة: $(-4.0035,-3.4317,-3.1393)$، عند مستويات معنوية: 1%، 5%، 10% على الترتيب، ومنه نقبل بوجود جذر وحدوي في السلسلة $CNESA_t$.

وطبقاً لمنهجية ديكي فولار[1]، عندما نرفض الفرضية $(H_0 : b = 0)$ونقبل بوجود جذر وحدوي فإن السلسلة $CNESA_t$ في هذه الحالة غير مستقرة وتحمل خصائص نموذج *DS*.

ومن أجل تأكيد وجود جذر وحدوي في السلسلة $CNESA_t$ قمنا بتقدير النموذج الرابع والخامس[2] من أجل $p=5$ (وفقا لمعيار *Akaike*)، فكانت النتائج ملخصة في الجدول التالي:

---

[1] - أنظر الفصل الثاني ص80.

[2] - أنظر الملحق الخامس، الجداول بالأرقام: (5-1)، (5-2).

الجدول رقم (4-16): نتائج إختبار *ADF* للسلسلة $CNESA_t$

إختبار *ADF* للسلسلة $CNESA_t$ عدد التأخيرات (أقل قيمة لـــ: *AIC*)=5						
	$(H_0:\lambda=0)$		$(H_0:b=0)$		$(H_0:C=0)$	
	$t_{\hat{\phi}_1} cal$	$t_{\hat{\phi}_1} tab_{5\%}$	t_{cal}	Prob	t_{cal}	Prob
النموذج(**4**)	2.358494	-1.9411	-	-	-	-
النموذج(**5**)	-0.697265	-2.8750	-	-	1.215832	0.2254
النموذج(**6**)	-2.613205	-3.4317	2.518568	0.0125	2.79344	0.0057

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews* .

من خلال قراءة بسيطة لبيانات الجدول أعلاه، نلاحظ أنه في النموذجين الخامس والسادس لدينا الإحصائية المحسوبة لإختبار *ADF* أقل بالقيمة المطلقة من القيمة الحرجة لجدول *Mackinnon* عند مستوى[1]: 5%، مما يجعلنا نقبل فرصية وجود الجذر الوحدوي إذن السلسلة $CNESA_t$ غير مستقرة.

وطبقاً لمنهجية ديكي فولر فإن قبول الفرضية $(H_0:\lambda=0)$ في النموذج السادس في حالة يكون فيها معامل الإتجاه العام يختلف معنويا عن الصفر(رفض $(H_0:b=0)$)، فإن هذا يشير إلى وجود مركبة إتجاه عام عشوائية، وبذلك يكون هنا أمر إستقرارية السلسلة $CNESA_t$ مقرون بإزالة هذه المركبة.

4- إزالة مركبة الإتجاه العام:

إن من بين المميزات الحسَنة لإختبارات الجذور الوحدوية إنها يمكن أن تعطينا فكرة حول صفة عدم الإستقرارية، سواء تحديدية أو عشوائية التي توافق نماذج *TS* أو *DS* على الترتيب، هذا من شأنه أن يدلنا على أحسن طريقة لكي نجعل السلسلة تستقر.

- فمن أجل نموذج *DS*: وهي الحالة التي نحن بصدد دراستها، تكون أحسن طريقة لضمان الإستقرارية هي إجراء الفروقات من الدرجة الأولى.
- أما من أجل نموذج *TS*: أحسن طريقة لجعل السلسلة تستقر هي طريقة المربعات الصغرى العادية، ذلك إن إستخدام الفروقات يخلق إضطرابات إصطناعية في السلسلة[2].

4-1 إجراء الفروقات من الدرجة الأولى:

من أجل إزالة مركبة الاتجاه العام العشوائية من السلسلة $CNESA_t$ نجري الفروقات من الدرجة الأولى، لنحصل على السلسلة الجديدة $DCNESA_t$:

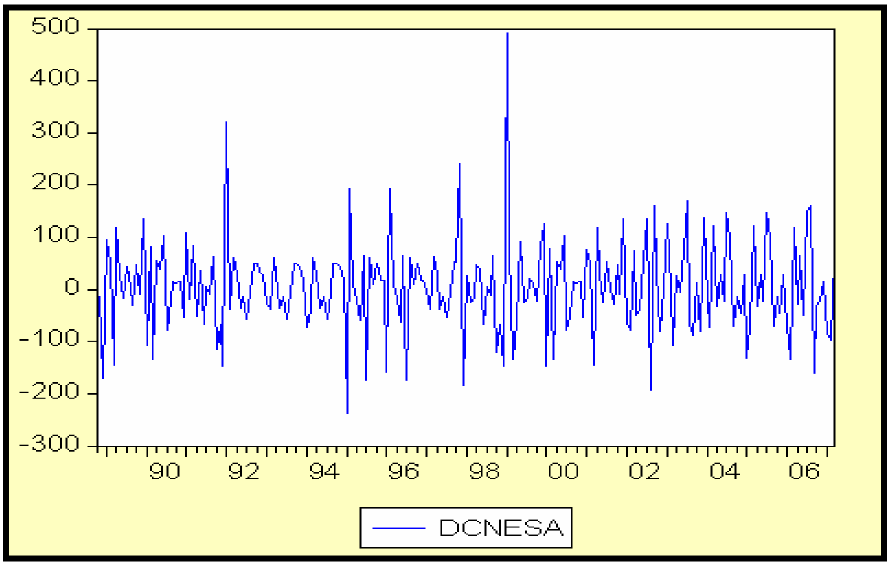
$$DCNESA_t = CNESA_t - CNESA_{t-1} \quad \forall t = 2,3,....,222$$

[1] – وكذلك عند مستويات: 1% ، 10%

[2]- Bourbonnais R, Op-cit, p232.

ووفقا لهذه الصيغة يمكننا أن نحسب 221 مشاهدة [1] للسلسلة الجديدة $DCNESA_t$ والممثلة في الشكل الموالي:

الشكل رقم (4-7): التمثيل البياني للسلسلة $DCNESA_t$



المصدر: مخرجات *Eviews*

نلاحظ أن المنحنى البياني الموضح أعلاه (الشكل:4-7)، يأخذ شكل موازي لمحور الفواصل مما يوحي لنا مبدئيا بغياب التغير المنتظم في الإتجاه العام بدلالة الزمن.

2-4 إختبارات الإستقرارية على السلسلة الجديدة $DCNESA_t$:

إن الملاحظة البسيطة للمنحنى أعلاه، لا تكفي لوحدها لإعطائنا إجابة حول وجود إتجاه عام في السلسلة، لذلك لا بد من اللجوء إلى المقاييس الإحصائية المعروفة.

1-2-4 إختبار ديكي فولار *(DF)* :

أ- تقدير النموذج الثالث:

بالإستعانة ببرنامج *Eviews* كانت نتائج التقدير كالتالي:

[1] – لأن إجراء الفرقات من الدرجة الأولى يفقدنا المشاهدة الأولى، لعدم وجود $DCNESA_0$

الجدول رقم (4-17): تقدير النموذج الثالث لإختبار DF على السلسلة $DCNESA_t$

ADF Test Statistic	-19.74493	1% Critical Value*	-4.0027
		5% Critical Value	-3.4313
		10% Critical Value	-3.1390

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNESA)
Method: Least Squares
Date: 05/11/08 Time: 23:39
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNESA(-1)	-1.285665	0.065114	-19.74493	0.0000
C	5.786107	11.68429	0.495204	0.6210
@TREND(1988:10)	0.008188	0.091027	0.089947	0.9284

R-squared	0.642425	Mean dependent var	0.341878
Adjusted R-squared	0.639129	S.D. dependent var	142.7355
S.E. of regression	85.74484	Akaike info criterion	11.75417
Sum squared resid	1595422.	Schwarz criterion	11.80045
Log likelihood	-1289.959	F-statistic	194.9325
Durbin-Watson stat	2.102066	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال قراءة بسيطة لبيانات الجدول أعلاه يمكن أن نستخرج النتائج التالية:

❖ **إختبار الفرضية** $(H_0 : b = 0)$:

نلاحظ أن قيمة $prob = 0.9284 \succ 0.05$ ومنه نقبل الفرضية الصفرية $(H_0 : b = 0)$ التي تشير إلى أن معامل الإتجاه العام لا يختلف معنويا عن الصفر، إذن بالمقابل نرفض فرضية أن السلسلة $DCNESA_t$ تحتوي على مركبة إتجاه عام تحديدية أي نموذج TS.

❖ **إختبار الفرضية** $(H_0 : \lambda = 0)$:

لدينا الإحصائية المحسوبة لإختبار ADF هي: $\tau_{\hat{\phi}_1} = -19.74493$ أكبر بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة: $-3.1390, -3.4313, -4.0027$، عند مستويات معنوية: 1%، 5%، 10% على الترتيب، ومنه نرفض وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNESA_t$.

ب- تقدير النموذج الثاني:

أعطى لنا تقدير النموذج الثاني بإستخدام برنامج *Eviews* النتائج التالية:

الجدول رقم (4-18): تقدير النموذج الثاني لإختبار DF على السلسلة $DCNESA_t$

ADF Test Statistic	-19.78987	1% Critical Value*	-3.4615
		5% Critical Value	-2.8747
		10% Critical Value	-2.5737

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNESA)
Method: Least Squares
Date: 05/12/08 Time: 00:08
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNESA(-1)	-1.285654	0.064965	-19.78987	0.0000
C	6.698974	5.776687	1.159657	0.2475

R-squared	0.642411	Mean dependent var	0.341878
Adjusted R-squared	0.640771	S.D. dependent var	142.7355
S.E. of regression	85.54954	Akaike info criterion	11.74512
Sum squared resid	1595482.	Schwarz criterion	11.77597
Log likelihood	-1289.963	F-statistic	391.6389
Durbin-Watson stat	2.102008	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*

❖ **إختبار الفرضية** $(H_0 : C = 0)$:

إن المعامل الثابت C لا يختلف معنوياً عن الصفر كون قيمة الإحتمال الحرجة أكبر من 0.05 أي $prob = 0.2475 \succ 0.05$، مما يجعلنا نقبل الفرضية H_0، وهذا يعني رفض الفرضية بأن تكون السلسلة تمثل سيرورة DS ذو مشتق.

❖ **إختبار الفرضية** $(H_0 : \lambda = 0)$:

لدينا الإحصائية المحسوبة لإختبار ADF هي: (-19.78987)أكبر بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة: $(-2.5737, -2.8747, -3.4615)$، عند مستويات معنوية: 1%، 5%، 10% على الترتيب، ومنه نرفض وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNESA_t$.

وحسب منهجية DF[1] إذا كان المعامل الثابت في النموذج الثاني لا يختلف معنوياً عن الصفر (رفض فرضية نموذج DS ذو مشتق)، وكانت السلسلة في هذه الحالة لا تحتوي على جذر وحدوي (رفض فرضية نموذج DS بدون مشتق)، يكون لدينا شروط كافية بأن نقول أن السلسلة $DCNESA_t$ مستقرة.[2]

[1] – أنظر الفصل الثاني ص 80.

[2] – بأخذ عين الإعتبار النتائج المتحصل عليها من تقدير النموذج الثالث.

ج- تقدير النموذج الأول:

الجدول رقم (4-19): تقدير النموذج الأول لإختبار DF على السلسلة $DCNESA_t$

ADF Test Statistic	-19.74042	1% Critical Value*	-2.5749
		5% Critical Value	-1.9411
		10% Critical Value	-1.6164

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNESA)
Method: Least Squares
Date: 05/12/08 Time: 00:27
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNESA(-1)	-1.281464	0.064916	-19.74042	0.0000

R-squared	0.640205	Mean dependent var	0.341878
Adjusted R-squared	0.640205	S.D. dependent var	142.7355
S.E. of regression	85.61686	Akaike info criterion	11.74218
Sum squared resid	1605324.	Schwarz criterion	11.75760
Log likelihood	-1290.639	Durbin-Watson stat	2.095756

المصدر: مخرجات *Eviews*

❖ **إختبار الفرضية** $(H_0 : \lambda = 0)$:

لدينا الإحصائية المحسوبة لإختبار *ADF* هي: (-19.74042)أكبر بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة: $(-1.6164,-1.94111,-2.5749)$، عند مستويات معنوية: 1%، 5%، 10% على الترتيب، ومنه نرفض وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNESA_t$ وهذا ما يؤكد النتيجة المتوصل إليها في النموذج الثاني فيما يتعلق بقبول فرضية إستقرارية السلسلة $DCNESA_t$

4-2-2 إختبارات ADF على السلسلة $DCNESA_t$:

قبل تقدير النماذج المعروفة لإختبار *ADF* لا بد من تحديد مستوى التأخيرات *p* ، حيث نقوم بتقدير النموذج السادس من أجل أعداد مختلفة للتأخيرات، ويكون مستوى *p* الأمثل الذي يعطي لنا أقل قيمة للمعايير ***Akaike,*** *Schwarz* وهذا لتأكيد إستقرارية السلسلة.

الجدول رقم (4–20): معايير **Akaike, Schwarz** للنموذج السادس حسب قيم **p**

P	AIC	SC	P	AIC	SC
1	11.70	11.76	7	11.63	11.79
2	11.66	11.74	8	11.61	11.79
3	11.67	11.76	9	11.61	11.80
4	11.63	11.74	**10**	**11.59**	**11.80**
5	11.64	11.76	11	11.60	11.82
6	11.63	11.77	12	11.61	11.86

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews* .

من خلال الجدول أعلاه يمكننا إختيار مستوى التأخيرات $p=12$ الذي يوافق أقل قيمة لمعيار *Akaike* ومنه يكون النموذج السادس لإختبار *ADF* للسلسلة $DCNESA_t$ على الشكل التالي:

$$\Delta DCNESA_t = \lambda DCNESA_{t-1} - \sum_{j=1}^{10} \phi_{j+1} \Delta DCNESA_{t-j} + c + bt + \mu_t$$

وبعد تقدير هذا النموذج بواسطة المربعات الصغرى، تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول رقم (4–21): تقدير النموذج السادس لإختبار **ADF** على السلسلة $DCNESA_t$

ADF Test Statistic	-8.448380	1% Critical Value*	-4.0047
		5% Critical Value	-3.4322
		10% Critical Value	-3.1396

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNESA)
Method: Least Squares
Date: 05/12/08 Time: 09:10
Sample(adjusted): 1989:10 2007:03
Included observations: 210 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNESA(-1)	-5.351405	0.633424	-8.448380	0.0000
D(DCNESA(-1))	3.828553	0.601459	6.365440	0.0000
D(DCNESA(-2))	3.320443	0.557636	5.954501	0.0000
D(DCNESA(-3))	2.790943	0.506855	5.506391	0.0000
D(DCNESA(-4))	2.390010	0.448903	5.324107	0.0000
D(DCNESA(-5))	1.933139	0.388448	4.976574	0.0000
D(DCNESA(-6))	1.525480	0.323130	4.720949	0.0000
D(DCNESA(-7))	1.128677	0.259231	4.353942	0.0000
D(DCNESA(-8))	0.770831	0.192762	3.998879	0.0001
D(DCNESA(-9))	0.418948	0.130032	3.221892	0.0015
D(DCNESA(-10))	0.187692	0.071188	2.636551	0.0090
C	25.79100	11.88882	2.169349	0.0313
@TREND(1988:10)	0.059793	0.088745	0.673759	0.5013

R-squared	0.722169	Mean dependent var	0.437504
Adjusted R-squared	0.705246	S.D. dependent var	142.4416
S.E. of regression	77.33339	Akaike info criterion	11.59403
Sum squared resid	1178149.	Schwarz criterion	11.80124
Log likelihood	-1204.374	F-statistic	42.67210
Durbin-Watson stat	1.980062	Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: مخرجات *Eviews*

ويمكن تلخيص نتائج إختبار *ADF* على السلسلة $DCNESA_t$ في الجدول التالي:

الجدول رقم (4-22): نتائج إختبار *ADF* للسلسلة $DCNESA_t$

إختبار *ADF* للسلسلة $DCNESA_t$ عدد التأخيرات (أقل قيمة لـــ: *AIC*)=10						
	$(H_0:\lambda=0)$		$(H_0:b=0)$		$(H_0:C=0)$	
	$t_{\hat{\phi}_1}cal$	$t_{\hat{\phi}_1}tab_{5\%}$	t_{cal}	Prob	t_{cal}	Prob
النموذج(4)	-6.530658	-1.9412	-	-	-	-
النموذج(5)	-8.440647	-2.8753	-	-	4.8747	0.0000
النموذج(6)	-8.448380	-3.4322	0.6737	0.5013	2.169	0.0313

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

من خلال بيانات الجدول أعلاه نستنتج أن:

- من أجل كل النماذج: الرابع والخامس والسادس تكون الإحصائية المحسوبة أكبر بالقيمة المطلقة من القيمة الحرجة عند مستوى معنوية 5 % (وأيضا عند: 1% و10%)، ومنه نرفض الفرضية $(H_0:\lambda=0)$ وهذا يعني عدم وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNESA_t$
- من خلال النموذج السادس: نقبل الفرضية $(H_0:b=0)$، أي أن معامل الإتجاه في السلسلة $DCNESA_t$ لا يختلف معنويا عن الصفر لأن: $prob=0.5013\succ 0.05$ ، وبالتالي نرفض فرضية النموذج *TS*
- من خلال النموذج الخامس: نرفض الفرضية $(H_0:C=0)$ لأن: $prob=0.0000\prec 0.05$

إن هذه النتائج لإختبار *ADF* توافق ما وجدناه من خلال إختبار *DF* ، ومنه تكون السلسلة $DCNESA_t$مستقرة

4-2-3 إختبار *Phillips et Perron* على السلسلة الجديدة $DCNESA_t$:

$$S_1^2=\frac{1}{221}\sum_{t=1}^{221}e_t^2+2\sum_{i=1}^{l}\left(1-\frac{1}{l+1}\right)\frac{1}{221}\sum_{t=i+1}^{221}e_te_{t-1}$$

- وقبل تقدير S_1^2، يشترط أولا حساب عدد التأخيرات "l"*Trancature de Newey- West*

$$l=4\left(\frac{n}{100}\right)^{2/9}=4\left(\frac{221}{100}\right)^{2/9}\approx 5$$

فكانت لدينا النتائج التالية[1]:

[1]- أنظر الملحق الخامس، الجداول بالأرقام: (5-5)، (5-6)، (5-7).

الجدول رقم (4-23) : نتائج إختبار فيليبس بيرون للسلسلة $DCNESA_t$

<table>
<tr><td colspan="5">الفرضية H_0: السلسلة $DCNESA_t$ تحتوي على جذر أحادي
عدد التأخيرات ***Trancature de Newey- West*** = 5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">إختبار PP</td><td rowspan="2">إحصائية PP</td><td colspan="3">القيمة الحرجة لجدول Mackinnon</td></tr>
<tr><td>%1</td><td>%5</td><td>%10</td></tr>
<tr><td>النموذج (3)</td><td>-23.74381</td><td>-4.0027</td><td>-3.4313</td><td>-3.1390</td></tr>
<tr><td>النموذج (2)</td><td>-23.81072</td><td>-3.4615</td><td>-2.8747</td><td>-2.5737</td></tr>
<tr><td>النموذج (1)</td><td>-23.17662</td><td>-2.5749</td><td>-1.9411</td><td>-1.6164</td></tr>
</table>

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

من خلال الجدول أعلاه، وبعد التصحيح غير المعلمي لفيليبس وبيرون (مع عدد التأخيرات المساوية لــ 5) فإننا نرفض فرضية وجود جذر وحدوي في السلسلة $DCNESA_t$ (إحصائية *PP* أكبر بالقيمة المطلقة من القيم الحرجة عند مستويات 1%، 5% و10% على الترتيب).

4-2-4 إختبار *KPSS* على السلسلة $DCNESA_t$:

نهدف من خلال إختبار *KPSS* إلى إختبار فرضية العدم التي تقرر إستقرارية السلسلة $DCNESA_t$، انطلاقا من إحصائية مضاعف لاغرانج *(LM)Multiplicateur de Lagrange*

$$LM = \frac{1}{s_1^2}\frac{\sum_{t=1}^{n} S_t^2}{n^2}$$

S_t : المجاميع الجزئية لبواقي تقدير النماذج (2) و (3)، أي: $S_t = \sum_{i=1}^{t} e_i$

s_1^2 : التباين الطويل الأجل المقدر بنفس طريقة إختبار فيليبس و بيرون، ولكن بحساب عدد التأخيرات m كما يلي:

$$m \approx 5(n)^{0.25} = 5(221)^{0.25} = 19.27 \approx 19$$

ومن أجل حساب إحصائية *KPSS* للسلسلة $DCNESA_t$ إستعملنا برنامج *Eviews* [1] ، فكانت النتائج المتحصل عليها ملخصة في الجدول التالي:

[1] – أنظر الملحق الخامس، الجداول بالأرقام: (5-3)،(5-4).

الجدول رقم (4–24): نتائج إختبار KPSS للسلسلة $DCNESA_t$

الفرضية H_0: السلسلة $DCNESA_t$ مستقرة عدد التأخيرات **Trancature de Newey- West** = 19				
إختبار **KPSS**	إحصائية **LM**	القيمة الحرجة لـ **Kwiatkowski** و **al**		
		%5	%10	القرار
النموذج (**2**)	0.094	0.463	0.347	قبول H_0
النموذج (**3**)	0.077	0.146	0.119	قبول H_0

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

❖ **إختبار الفرضية H_0:**

لدينا من خلال الجدول أعلاه، أن في كل من النموذجين (2) و (3) أن إحصائية إختبار *KPSS* أقل من القيم الحرجة عند مستويات معنوية[1] 5% و 10 %، وهو ما يجعلنا نقبل فرضية العدم التي تقرر إستقرارية السلسلة $DCNESA_t$

نتيجـــة: من خلال الأدوات الإحصائية: **KPSS , Phillips et Perron, ADF, DF** نقبل بفرضية إستقرارية السلسلة $DCNESA_t$

4–3 إختبارات التوزيع الطبيعي على السلسلة $DCNESA_t$:

سنحاول في هذه الفقرة معرفة ما إذا كانت السلسلة $DCNESA_t$ تحمل خصائص التوزيع الطبيعي، من أجل هذا يمكننا أن نستعين بإختبارات *Jarque-Berra, Kurtosis, Skewness*

4–3–1 إختبارات *Kurtosis , Skewness*:

يمكن دراسة التوزيع الطبيعي للسلسلة $DCNESA_t$ عن طريق إختبارات فرضيتي التناظر والتسطح، بإستعمال معامل *Skewness* و *Kurtosis* على الترتيب، حيث:

إذا كان: $\mu_k = \frac{1}{221}\sum_{i=1}^{n}\left(DCNESA_t - \overline{DCNESA}\right)^k$ (العزوم الممركزة من الرتبة k) فإن:

$$Skewness = \beta_1^{1/2} = \frac{u_3}{u_2^{3/2}} \rightarrow N\left(0، \sqrt{\frac{6}{221}}\right).$$

$$Kurtosis = \beta_2 = \frac{u_4}{u_2^{2}} \rightarrow N\left(3، \sqrt{\frac{24}{221}}\right)$$

[1] – وكذلك عند مستوى معنوية 1 %

❖ إختبار ***Skewness***:

لإختبار فرضية العدم (فرضية التناظر)، $H_0 : V_1 = 0$ نقوم بحساب الإحصائية :

$$V_1 = \frac{\beta_1^{1/2}}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = \frac{0.770724}{\sqrt{\frac{6}{221}}} = \frac{0.770724}{0.164770} = 4.6775$$

❖ إختبار ***Kurtosis***:

في هذه الحالة نختبر فرضية التسطح الطبيعي *Applatissement normal* $H_0 = V_2 = 0$

$$V_2 = \frac{\beta_1 - 3}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = \frac{6.92 - 3}{\sqrt{\frac{24}{221}}} = \frac{3.92}{0.32} = 12.25$$

❖ إختبار ***Jarque-Berra***:

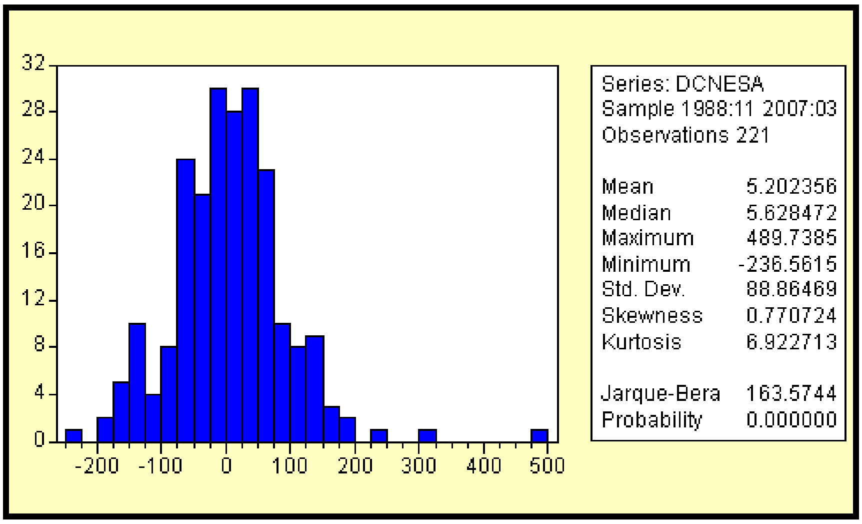
لإختبار فرضية العدم (السلسلة $DCNESA_t$ ذات توزيع طبيعي: H_0) نقوم بحساب إحصائية جاك-بيرا (S)

حيث:

$$S = \frac{n}{6}\beta_1 + \frac{n}{24}(\beta_2 - 3)^2 \rightarrow X^2_{1-\alpha}(2)$$

$$S = \frac{221}{6}(0.77) + \frac{221}{24}(6.92 - 3)^2 \rightarrow 28.36 + 141.49 = 169.85$$

الشكل رقم(4-8): معاملات التوزيع الطبيعي للسلسلة $DCNESA_t$



المصدر: مخرجات *Eviews*

بعد حساب إختبارات *Skewness* , *Kurtosis* نرفض أن تكون السلسلة متناظرة ولها تسطح طبيعي، وكذلك نرفض فرضية التوزيع الطبيعي حسب إختبار *Jarque-Berra*.

المبحث الثاني: نمذجة السلسلة الشهرية للإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر

سنحاول في هذا المبحث نمذجة السلسلة المستقرة $DCNE_t$ التي أثبتنا إستقراريتها سابقاً، والممتـــدة في الفتـــرة أكتوبر 1988 إلى مارس 2007 وهذا بعد مراحل التمييز والتقدير والتشخيص للنموذج المعرف للسلسلة المستقرة محل الدراسة.

المطلب الأول: مراحل تمييز و تقدير و تشخيص النموذج المعرف للسلسلة $DCNE_t$

تكون الصيغة الرياضية للسيرورة *ARMA(p,q)* المعرفة للسلسلة $DCNE_t$ من الشكل:

$$DCNE_t = \phi_1 DCNE_{t-1} + \phi_2 DCNE_{t-2} + ... + \phi_p DCNE_{t-p} + \delta + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - ...... - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

من أجل تحديد النموذج المعرف للسلسلة المستقرة $DCNE_t$ ونظرا لأهمية هذه المرحلة فسنحاول دراسة عدد كبير من الصيغ الرياضية المرشحة لنماذج *ARMA*، مختلف حسب المراتب *(p,q)*[1].

ويكون النموذج المختار هو الذي يعطي لنا أحسن توفيقه بين المعايير *Akaike*، *Schwarz* مع الأخذ بعين الإعتبار مستوى معامل التحديد R^2 ، معنوية المعالم المقدرة وإحصائية *DW*.

- **إختبارات المقارنة بين النماذج المرشحة:**

حسب نتائج وإحصاءات تقدير النماذج المختارة، نكون الجدول التالي:

الجدول رقم (4-25): إختبارات المقارنة بين النماذج المرشحة

النماذج المرشحة	R^2	*RSS*	*Log-Lik*	*DW*	*AIC*	*SC*	معنوية المعالم
AR(4)	0.252	4586976	−1388.446	2.04	12.83	12.89	جيدة
AR(9)	0.349	3948917	−1343.046	2.23	12.74	12.87	جيدة
AR(12)	0.721	1684206	−1236.480	1.99	11.95	12.16	جيدة
ARMA(12,12)	0.792	1254849	−1205.728	2.04	11.69	11.94	جيدة
AR(12); MA(12)	0.712	1736869	−1239.698	2.56	11.88	11.91	جيدة
MA(5)	0.368	3933353	−1395.031	1.83	12.66	12.74	جيدة

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة من الملحق الثالث.

بعد تفحص النماذج المرشحة السابقة يمكننا إختيار النموذج *ARMA(12.12)*، وذلك لعدة إعتبارات منها:

[1] – أنظر الملحق الرابع، الجداول بالأرقام (4-2)، (4-3)،(4-4)، (4-5)، (4-6)، (4-7).

- أقل قيمة للمعيارين *AIC* و *SC*. حيث: *AIC*=11.69 و *SC*=11.94 .
- أعظم قيمة للمعقولية العظمى حيث: *Log-Likelihood* = -1205.728.
- مستوي أعلى لمعامل التحديد R^2. حيث: $R^2 = 0.792$.
- معنوية جيدة للمعالم المقدرة.
- أقل قيمة لمجموع مربعات البواقي *RSS* . حيث: *RSS* =1254849
- إحصائية *DW* حسنة لقربها من 2. حيث: *DW* =2.04
- المعنوية الكلية للمعالم.

وفقا لهذه النقاط تكون الصيغة الرياضية المثلى للنموذج المعرف للسلسلة المستقرة $DCNE_t$ من الشكل :

$$DCNE_t \sim ARMA\,(12.12)$$

1- مرحلة تمييز النموذج المعرف للسلسلة $DCNE_t$:

مرحلة تمييز *ARMA*، نعني تحديد درجة *p* و *q* من خلال قراءة لدوال الإرتباط الذاتي الجزئية و دوال الارتباط الذاتي البسيطة للسلسلة $DCNE_t$، مع تأخير 30 ومحدودية $\pm 2/\sqrt{222}$، يظهر وجود تأخيرات معنوية عند نقاط مختلفة مع إنخفاض سريع للمتوسطات المتحركة[1].

2- مرحلة تقدير النموذج المعرف للسلسلة $DCNE_t$:

إن تقدير معالم النماذج المحددة سابقا يكون بطريقة المربعات الصغرى العادية التي تقوم بتصغير(تدنئة) مجموع مربعات البواقي $\left(Min\sum_{t=1}^{n}\hat{\varepsilon}_t^2\right)$[2].

بعدما قمنا بتقدير معالم النماذج المحددة سابقا بطريقة المربعات الصغرى العادية، وبالإستعانة ببرنامج *Eviews* تحصلنا على النتائج التالية:

[1] - أنظر الملحق الرابع، الشكل: (4-1).

[2] - أنظر الملحق الملحق الرابع، الجداول الأرقام: (4-2)، (4-3)، (4-4)، (4-5)، (4-6)، (4-7).

الجدول رقم (4-26) : نتائج تقدير النموذج المعرف للسلسلة $DCNE_t$

Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 12/30/07 Time: 16:31
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 24 iterations
Backcast: OFF (Roots of MA process too large)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.498797	1.098763	5.914651	0.0000
AR(1)	-0.501654	0.064099	-7.826240	0.0000
AR(2)	-0.495636	0.065549	-7.561329	0.0000
AR(3)	-0.494340	0.065217	-7.579976	0.0000
AR(4)	-0.515149	0.066141	-7.788695	0.0000
AR(5)	-0.428815	0.067671	-6.336757	0.0000
AR(6)	-0.550220	0.063788	-8.625818	0.0000
AR(7)	-0.485086	0.066619	-7.281449	0.0000
AR(8)	-0.463406	0.067421	-6.873279	0.0000
AR(9)	-0.468988	0.063242	-7.415782	0.0000
AR(10)	-0.553316	0.062806	-8.809961	0.0000
AR(11)	-0.449183	0.067894	-6.615932	0.0000
AR(12)	0.472346	0.066828	7.068077	0.0000
MA(6)	0.395223	0.070126	5.635868	0.0000
MA(10)	0.372417	0.053466	6.965548	0.0000
MA(12)	-0.590448	0.075461	-7.824511	0.0000

R-squared	0.792167	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.776014	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	80.63362	Akaike info criterion	11.69117
Sum squared resid	1254844.	Schwarz criterion	11.94705
Log likelihood	-1205.728	F-statistic	49.04204
Durbin-Watson stat	2.049879	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.86+.50i	.86 -.50i	.50+.86i	.50 -.86i
	.50	.00 -1.01i	.00+1.01i	-.51 -.84i
	-.51+.84i	-.87+.50i	-.87 -.50i	-.97
	Estimated AR process is nonstationary			
Inverted MA Roots	.87 -.46i	.87+.46i	.86	.51+.80i
	.51 -.80i	.00+1.03i	-.00 -1.03i	-.51+.80i
	-.51 -.80i	-.86	-.87 -.46i	-.87+.46i
	Estimated MA process is noninvertible			

المصدر: مخرجات *Eviews*

نقوم بإختيار النموذج الأمثل من بين النماذج المرشحة، وهذا إستنادًا إلى النموذج الذي يعطي أقل توفيقة بين المعيارين *AIC* و *SC* .

يكون النموذج المختار هو الذي يعطي أحسن توفيقه بين المعيارين *AIC* و *SC* مع الأخذ بعين الإعتبار مستوي معامل التحديد R^2،معنوية العالم المقدرة وإحصائية *DW* ومجموع مربعات البواقي *RSS*، ومعيار *Log-l*.

ومنه يمكن صياغة النموذج $DCNE_t \sim ARMA\ (12.12)$ رياضيا على النحو التالي:

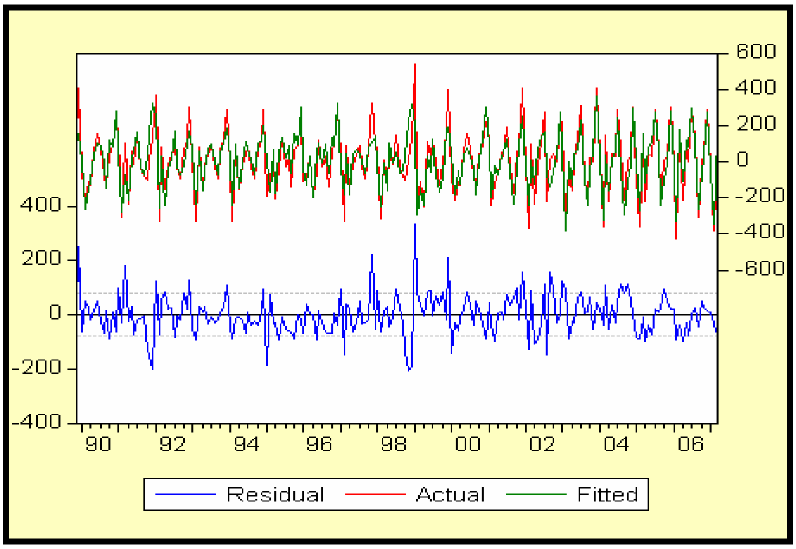
$$\begin{cases} DCNE_t = 6.49 - 0.50DCNE_{t-1} - 0.49DCNE_{t-2} - 0.49DCNE_{t-3} - 0.51DCNE_{t-4} - 0.42DCNE_{t-5} \\ -0.55DCNE_{t-6} - 0.48DCNE_{t-7} - 0.46DCNE_{t-8} - 0.46DCNE_{t-9} - 0.55DCNE_{t-10} - 0.44DCNE_{t-11} \\ -0.47DCNE_{t-12} + \varepsilon_t - 0.39\varepsilon_{t-6} - 0.37\varepsilon_{t-10} + 0.59\varepsilon_{t-12} \\ R^2=0.79 \qquad n=209 \\ DW=2.04 \qquad F=49.04 \end{cases}$$

3- مرحلة تشخيص النموذج المقدر للسلسلة $DCNE_t$:

نهدف من خلال هذه المرحلة إلى إختبار قوة النموذج الإحصائي المختار $DCNE_t \sim ARMA(12.12)$، عبر الخطوات التالية:

3-1 مقارنة السلسلتين الأصيلة و المقدرة لـ $DCNE_t$

الشكل رقم (4-9): مقارنة السلسلتين الأصيلة و المقدرة لـ $DCNE_t$



المصدر: مخرجات *Eviews*

بالنظـــر إلى الشكل البياني أعلاه، نلاحظ شبـــه التطابق بين المنحنيين، منحنى السلسلة الأصليـــــة ومـــنحنى السلسلة المقدرة.

3-2 تحليل دالة الإرتباط الذاتي للبواقي[1]:

نستعمل إختبار *Ljung-Box-Pierce*، إختبار معالم دالتي الإرتباط الذاتي والجزئية داخل مجال المعنوية أم لا، حث يكون الشكل الرياضي لهذ الإختبار معرف بالعلاقة التالية:

$$Q^* = 222(222+2)\sum_{i=1}^{k}(k-i)r_i^2 \rightarrow \chi^2_{k-p-q}$$

من خلال هذا الإختبار، نقبل الفرضية التي تقرر ان كل معاملات دالة الإرتباط الذاتي لا تختلف عن الصفر، وهذا لأن: $Q^* = 46.78 \ \langle \ \chi^2_{29,0.05} = 49.58$

3-3 إختبار معنوية المعالم المقدرة:

- **إختبار الفرضية (H_0: $C=0$):**

نرفض الفرضية الصفرية، التي تعني أن الحد الثابت C يختلف معنويا عن الصفر، وهذا لأن الإحصائية المحسوبة أكبر من 1.96 عند مستوى معنوية 5%.

---

[1] - أنظر الملحق الرابع الشكل رقم: (4-2).

- **إختبار الفرضية** $\left(H_0 : \hat{\phi}_1 ......, \hat{\phi}_{12} = 0\right)$:

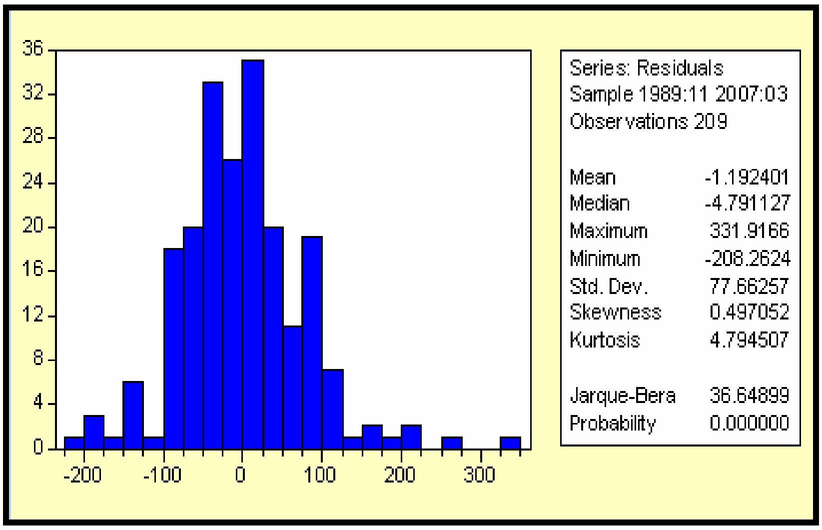
نرفض الفرضية H_0 $\left(H_0 : \hat{\phi}_1 = \hat{\phi}_2 = ... = \hat{\phi}_{12} = 0\right)$ لأن الإحصائية المحسوبة أكبر من 1.96 عند مستوى معنوية 5%، ومنه فإن كل المعلمات المقدرة تختلف معنويا عن الصفر $\left(\hat{\phi}_1 ......, \hat{\phi}_{12}\right)$.

- **إختبار الفرضية** $\left(H_0 : \hat{\theta}_6 = \hat{\theta}_{10} = \hat{\theta}_{12} = 0\right)$:

بما أن الإحصائية المحسوبة أكبر من 1.96[1] عند مستوى معنوية 5%، فإننا نرفض الفرضية $\left(H_0 : \hat{\theta}_6 = 0\right)$، وعليه تكون المعلمة المقدرة $\hat{\theta}_6$ تختلف معنوياً عن الصفر، نفس الشيء عند المعلمتين المقدرتين $\hat{\theta}_{10}$، $\hat{\theta}_{12}$.

3-4 إختبار التوزيع الطبيعي للبواقي:

الشكل رقم (4-10): معاملات التوزيع الطبيعي للبواقي.



المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال الشكل لمعاملات التوزيع الطبيعي للبواقي نحسب الإختبارات التالية:

➢ **إختبار *Skewness*** : لإختبار فرضية العدم (فرضية التناظر): $H_0 : v_1 = 0$، نقوم بحساب الإحصائية:

$$v_1 = \frac{\left|\beta_1^{1/2} - 0\right|}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = \frac{\left|0.49 - 0\right|}{\sqrt{\frac{6}{209}}} = \frac{0.497}{0.169} = 2.94 \rangle 1.96$$

لدينا $v_1 \succ 1.96$ و منه نرفض الفرضية $H_0 : v_1 = 0$ لتكون سلسلة البواقي غير متناظرة.

➢ **إختبار *Kurtosis***: في هذه الحالة نختبر فرضية التسطح الطبيعي $H_0 : v_2 = 0$ *(Applatissement normal)*

$$v_2 = \frac{\left|\beta_2 \; - 3\right|}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = \frac{\left|4.79 - 3\right|}{\sqrt{\frac{24}{209}}} = \frac{1.79}{0.33} = 5.42 \rangle 1.96$$

[1] – قيمة التوزيع الطبيعي، عندما تفوق عدد المشاهدات 30.

بما أن $v_2 \succ 1.96$ نرفض فرضية التسطح الطبيعي لسلسلة البواقي.

- **إختبار جاك – بيرا (Jarque-Berra) :**

من أجل إختبار فرضية العدم (سلسلة البواقي ذات توزيع طبيعي H_0) نقوم بحساب جاك بيرا S :

$$S = \frac{n}{6}\beta_1 + \frac{n}{24}(\beta_3 - 3)^2 \rightarrow \chi^2_{1-\alpha}(2)$$

$$S = \frac{n}{6}\beta_1 + \frac{n}{24}(\beta_3 - 3)^2 \rightarrow \chi^2_{1-\alpha}(2) = \frac{209}{6}(0.49) + \frac{209}{24}(4.79-3)^2 = 17.06 + 27.90 = 44.96$$

$$J\text{-}B = 44.96 > \chi^2_{0.05}(2) = 5.99$$

ومنه نرفض فرضية التوزيع الطبيعي للبواقي (H_0) عند مستوي معنوية 5%.

المطلب الثاني: مراحل تمييز وتقدير و تشخيص النموذج المعرف للسلسلة $DCNESA_t$

نتبع نفس الخطوات السابقة التي طبقناها على السلسلة $DCNE_t$ (أنظر المطلب الأول من هذا المبحث).

- **إختبارات المقارنة بين النماذج المرشحة:**

حسب نتائج وإحصاءات تقدير النماذج المختارة، نكون الجدول التالي:

الجدول رقم (4–27): إختبارات المقارنة بين النماذج المرشحة

النماذج المرشحة	R^2	RSS	Log-Lik	DW	AIC	SC	معنوية المعالم
AR(1)	0.075	1605324	−1290.639	2.09	11.74	11.75	جيدة
AR(11)	0.28	1180864	−1204.615	1.97	11.58	11.77	جيدة
ARMA(11,6)	0.350	1075826	−1194.834	1.97	11.51	11.73	جيدة
ARMA(11,12)	0.364	1052753	−11.92.557	2.05	11.49	11.71	جيدة
ARMA(12,12)	0.39	1004896	−1182.515	1.97	11.48	11.77	جيدة
ARMA(10,12)	0.383	1022040	1194.611	1.95	11.47	11.72	جيدة

المصدر: بناء شخصي بالإستعانة من الملحق السادس.

بعد تفحص النماذج المرشحة السابقة[1] يمكننا إختيار النموذج *ARMA(12.12)*، وذلك لعدة إعتبارات منها:

- أقل قيمة للمعيارين AIC و SC.
- أعظم قيمة للمعقولية العظمى
- مستوي أعلى لمعامل التحديد R^2.
- معنوية جيدة للمعالم المقدرة.

[1] – أنظر الملحق السادس، الجداول بالأرقام: (6–2)، (6–3)، (6–4)، (6–5)، (6–6)، (6–7).

- أقل قيمة لمجموع مربعات البواقي RSS .
- *إحصائية* DW حسنة لقربها من 2.
- المعنوية الكلية للمعالم.

وفقا لهذه النقاط تكون الصيغة الرياضية المثلى للنموذج المعرف للسلسلة المستقرة $DCNESA_t$ من الشكل :

$$DCNESA_t \sim ARMA\ (12.12)$$

1- مرحلة التميز النموذج المعرف للسلسلة $DCNESA_t$:

مرحلة تميز $ARMA$ ،نعني تحديد درجة p و q من خلال قراءة لدوال الإرتباط الذاتي الجزئية ودوال الارتباط الذاتي البسيطة لسلسلة $DCNESA_t$، مع تأخير 30 ومحدودية $\pm 2/\sqrt{222}$، يظهر وجود تأخيرات معنوية عند بعض النقاط؛ مع إنخفاض سريع للمتوسطات المتحركة[1].

2- مرحلة تقدير النموذج المعرف للسلسلة $DCNESA_t$:

إن تقدير معالم النماذج المحددة سابقا يكون بطريقة المربعات الصغرى العادية التي تقوم بتصغير(تدنئة) مجموع مربعات البواقي $\left(Min\sum_{t=1}^{n}\hat{\varepsilon}_t^2 \right)$.

بعدما قمنا بتقدير معالم النماذج المحددة سابقا بطريقة المربعات الصغرى العادية، وبالإستعانة ببرنامج *Eviews* تحصلنا على النتائج التالية:

[1] – أنظر الملحق السادس، الشكل رقم: (6-1).

الجدول رقم (4-28) : نتائج تقدير النموذج المعرف للسلسلة $DCNESA_t$

Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 22:51
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 21 iterations
Backcast: 1988:11 1989:10

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.056486	1.113764	5.437853	0.0000
AR(1)	-0.464019	0.070725	-6.560936	0.0000
AR(2)	-0.452071	0.075772	-5.966172	0.0000
AR(3)	-0.517399	0.081859	-6.320648	0.0000
AR(4)	-0.303185	0.085971	-3.526585	0.0005
AR(5)	0.231514	0.085625	2.703810	0.0075
AR(6)	-0.991496	0.083164	-11.92224	0.0000
AR(7)	-0.446274	0.084274	-5.295477	0.0000
AR(8)	-0.414906	0.088312	-4.698177	0.0000
AR(9)	-0.437945	0.090738	-4.826499	0.0000
AR(10)	-0.190614	0.085826	-2.220929	0.0275
AR(11)	0.274184	0.082601	3.319399	0.0011
AR(12)	-0.169011	0.075657	-2.233918	0.0266
MA(5)	-0.706931	0.014035	-50.36980	0.0000
MA(6)	1.011231	0.024460	41.34229	0.0000
MA(9)	-0.120509	0.009503	-12.68088	0.0000
MA(11)	-0.526193	0.020658	-25.47183	0.0000
MA(12)	0.429469	0.018267	23.51120	0.0000

R-squared	0.392765	Mean dependent var	5.462778
Adjusted R-squared	0.338718	S.D. dependent var	89.19705
S.E. of regression	72.53437	Akaike info criterion	11.48819
Sum squared resid	1004896.	Schwarz criterion	11.77604
Log likelihood	-1182.515	F-statistic	7.267093
Durbin-Watson stat	1.979522	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.84 -.50i	.84+.50i	.39+.32i	.39 -.32i
	.22+.93i	.22 -.93i	-.03+.95i	-.03 -.95i
	-.79+.55i	-.79 -.55i	-.85+.41i	-.85 -.41i
Inverted MA Roots	.77+.51i	.77 -.51i	.76 -.16i	.76+.16i
	.20+.98i	.20 -.98i	-.05 -.92i	-.05+.92i
	-.79 -.61i	-.79+.61i	-.89 -.44i	-.89+.44i

المصدر: مخرجات *Eviews*

يكون النموذج المختار هو الذي يعطي أحسن توفيقه بين المعيارين *AIC* و *SC* مع الأخذ بعين الإعتبار مستوي معامل التحديد R^2، معنوية العالم المقدرة وإحصائية *DW* ومجموع مربعات البواقي *RSS*، ومعيار *Log-l*.

ومنه يمكن صياغة النموذج $DCNESA_t \sim ARMA\ (12.12)$ رياضيا على النحو التالي:

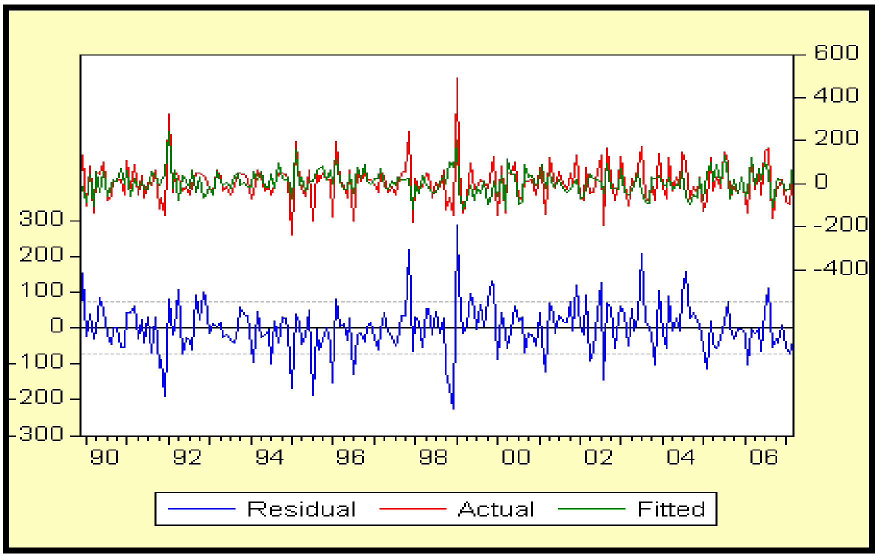
$$\left\{\begin{aligned} & DCNESA_t = 6.05 - 0.46DCNESA_{t-1} - 0.45DCNESA_{t-2} - 0.51DCNESA_{t-3} - 0.30DCNESA_{t-4} \\ & - 0.23DCNESA_{t-5} - 0.99DCNESA_{t-6} - 0.44DCNESA_{t-7} - 0.41DCNESA_{t-8} - 0.43DCNESA_{t-9} \\ & - 0.19DCNESA_{t-10} + 0.27DCNESA_{t-11} - 0.16DCNESA_{t-12} + \varepsilon_t - 0.7\varepsilon_{t-5} + 1.01\varepsilon_{t-6} - 0.12\varepsilon_{t-9} \\ & - 0.52\varepsilon_{t-11} + 0.42\varepsilon_{t-12} \\ & R^2 = 0.39 \qquad DW = 1.97 \qquad n = 209 \end{aligned}\right.$$

3- مرحلة تشخيص النموذج المقدر للسلسلة $DCNESA_t$:

نهدف من خلال هذه المرحلة إلى إختبار قوة النموذج الإحصائي المختار $DCNESA_t \sim ARMA(12.12)$، عبر الخطوات التالية:

3-1 مقارنة السلسلتين الأصيلة و المقدرة لـ $DCNESA_t$

الشكل رقم (4-11): مقارنة السلسلتين الأصيلة و المقدرة لـ $DCNESA_t$



المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال الشكل أعلاه يمكننا ملاحظة شبه المطابقة بين منحنيي السلسلة الأصلية *(Actual)* ومنحنى السلسلة المقدرة *(Fitted)*،هذا من شأنه أن يعطينا فكرة عن مدى أهمية تعبير النموذج المقدر $DCNESA_t$~$ARMA(12.12)$ على بيانات السلسلة $DCNESA_t$.

3-2 تحليل دالة الإرتباط الذاتي للبواقي[1]:

لإختبار ما إذا كانت معالم دالتي الإرتباط الذاتي الكلية والجزئية لهذه البواقي داخل مجال المعنوية، نستعمل إختبار *Ljung-Box-Pierce*، حيث:

$$Q^* = 222(222+2)\sum_{i=1}^{k}(k-i)r_i^2 \rightarrow \chi^2_{k-p-q}$$

لدينا $\chi^2_{29,0.05} = 49.58 \;\rangle\; Q^* = 14.78$ ومنه نقبل بالفرضية التي تقرر أن كل معاملات دالة الإرتباط الذاتي لا تختلف عن الصفر.

3-3 إختبار معنوية المعالم المقدرة:

- **إختبار معنوية C:**

لدينا من نتائج تقدير النموذج المعرف للسلسلة $DCNESA_t$ الإحصائية المحسوبة $|t^*_{cal}| = 5.43$ أكبر من 1.96 عند مستوى معنوية 5%، يمكننا رفض الفرضية $(H_0 : C_1 = 0)$، ومنه فإن الحد الثابت C يختلف معنويا على الصفر.

---

[1]- أنظر الملحق السادس، الشكل رقم: (6-8).

- **إختبار معنوية** $\hat{\phi}_1......,\hat{\phi}_{12}$.

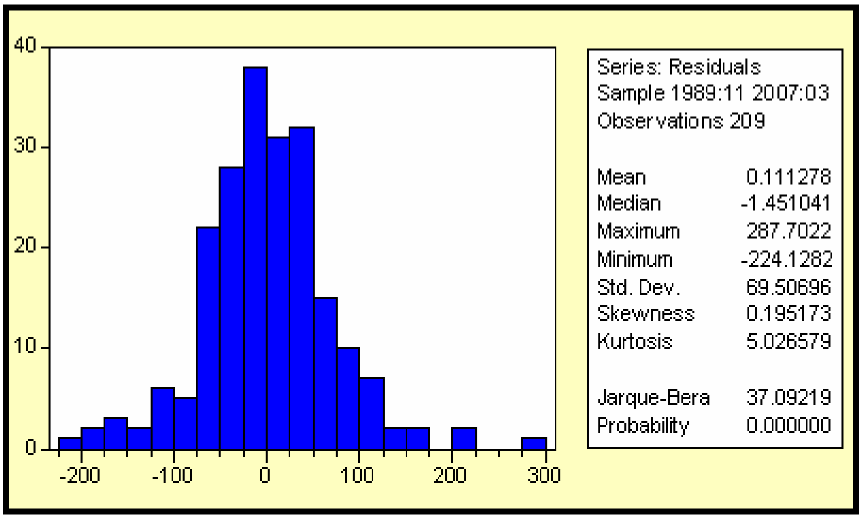
كون الإحصائية المحسوبة أكبر من 1.96 عند مستوي معنوية 5% ،وهذا عند كل المعالم المقدرة، إذن يمكننا رفض الفرضية $\left(H_0 : \hat{\phi}_1 = \hat{\phi}_2 = ... = \hat{\phi}_{12} = 0\right)$، ومنه فإن كل المعلمات المقدرة تختلف معنويا على الصفر.

- **إختبار معنوية** $\hat{\theta}_5$، $\hat{\theta}_6,\hat{\theta}_9$، $\hat{\theta}_{11},\hat{\theta}_{12}$

.بما أن الإحصائية المحسوبة أكبر من 1.96 عند مستوى معنوية 5%، عند كل المعالم، وعلية تكون كل المعالم المقدرة تختلف معنويا عن الصفر.

3-4 إختبار التوزيع الطبيعي للبواقي:

الشكل رقم (4-12): معاملات التوزيع الطبيعي للبواقي.



المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال الشكل لمعاملات التوزيع الطبيعي للبواقي نحسب الإختبارات التالية:

➢ **إختبار *Skewness*** : لإختبار فرضية العدم (فرضية التناظر): $H_0 : v_1 = 0$ ، نقوم بحساب الإحصائية:

$$v_1 = \frac{\left|\beta_1^{1/2} - 0\right|}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = \frac{\left|0.195 - 0\right|}{\sqrt{\frac{6}{209}}} = \frac{0.195}{0.169} = 1.15 \prec 1.96$$

لدينا v_1 〈 1.96 و منه نقبل الفرضية $H_0 : v_1 = 0$ لتكون سلسلة البواقي غير متناظرة.

➢ **إختبار *Kurtosis***:في هذه الحالة نختبر فرضية التسطح الطبيعي $H_0 : v_2 = 0$ *(Applatissement normal)*

$$v_2 = \frac{\left|\beta_2 - 3\right|}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = \frac{\left|5.02 - 3\right|}{\sqrt{\frac{24}{209}}} = \frac{2.02}{0.33} = 6.12 \rangle 1.96$$

بما أن $v_2 \prec 1.96$ نرفض فرضية التسطح الطبيعي لسلسلة البواقي.

➢ **إختبار جاك – بيرا (*Jarque-Berra*) :**

من أجل إختبار فرضية العدم (سلسلة البواقي ذات توزيع طبيعي H_0) نقوم بحساب جاك بيرا S :

$$S = \frac{n}{6}\beta_1 + \frac{n}{24}(\beta_3 - 3)^2 \rightarrow \chi^2_{1-\alpha}(2)$$

$$S = \frac{n}{6}\beta_1 + \frac{n}{24}(\beta_3 - 3)^2 \rightarrow \chi^2_{1-\alpha}(2) = \frac{209}{6}(0.195) + \frac{209}{24}(5.02-3)^2 = 17.06 + 27.90 = 42.32$$

$$J\text{-}B = 42.32 > \chi^2_{0.05}(2) = 5.99$$

ومنه نرفض فرضية التوزيع الطبيعي للبواقي (H_0) عند مستوي معنوية 5%.

المبحث الثالث :إقتراح نموذج إنحدار ذاتي مشروط بعدم تجانس التباين للأخطاء.

الهدف من قسم نماذج الإرتباط الذاتي المشروطة بعم تجانس تباينات الأخطاء *ARCH* المقترحة من طرف *Engle* هي السماح للتباين أن يتغير بشروط في ماضي السلسلة[1].

المطلب الأول: إقتراح نموذج *ARCH* للسلسلة $DCNE_t$

1- كشف أثر *ARCH* :

نقوم بإختبار أثر *ARCH* للفرضية الثالثة، حيث نبين بواسطته تجانس تباين المتغيرات العشوائة من عدمه، والذي يرتكز إما على إختبار *Ficher* أو إختبار *White* أو على مضاعف لاغرانج، وسنحاول تطبيقه على السلسلة $DCNE_t$، وفقاً للخطوات العملية التالية:

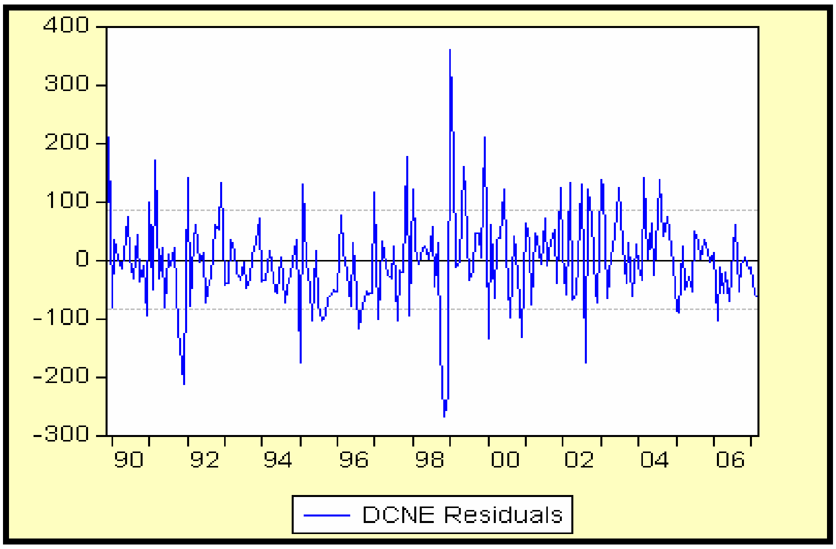
❶ حساب بواقي تقدير النموذج المقدر e_t :

$$e_t = DCNE_t - \hat{DCNE}_t$$

من خلال هذه العلاقة يمكننا أن نحصل على سلسلة البواقي e_t، المكونة من 221 مشاهدة، والممثلة في الشكل البياني التالي:

[1] – السيدة دابوز زوجة تراحي حورية، مرجع سبق ذكره، ص83.

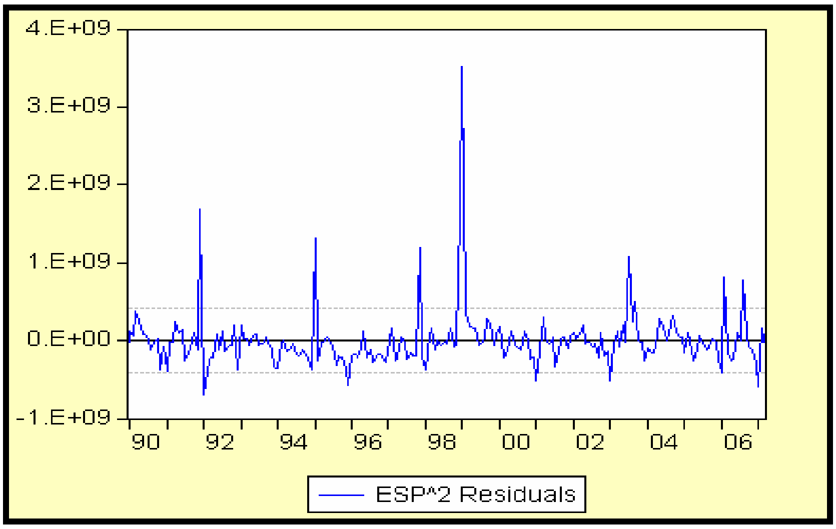
الشكل رقم (4-13): منحنى بياني لسلسلة البواقي



المصدر: مخرجات *Eviews*

❷ حساب مربعات البواقي e_t^2: من خلال هذه المرحلة نحصل على 221 مشاهدة موجبة تمثل مربعات مشاهدات السلسلة المستخرجة من المرحلة السابقة، والممثلة في الشكل البياني التالي:

الشكل رقم(4-14): منحنى بياني لسلسلة مربعات البواقي



المصدر: مخرجات *Eviews*

❸ إجراء إنحدار ذاتي لمربعات البواقي من الرتبة P:

$$e_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i e_{t-1}^2$$

إختبار وايت(*White*) : والذي يقارن إحصائية LM والتي تساوي $n{*}R^2$ بكاي تربيع χ^2 عند p درجة حرية بمستوى معنوية 5%.

حيث: n: عدد المشاهدات و R^2 : معامل التحديد للإنحدار.

وكانت نتائج التقدير على الشكل التالي:

الجدول رقم (4-29): يمثل تحدير مجموع مربعات البواقي ε_t^2

Dependent Variable: ESP^2
Method: Least Squares
Date: 05/18/08 Time: 22:14
Sample(adjusted): 1989:12 2007:03
Included observations: 208 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.26E+08	1.09E+08	1.156257	0.2491
DCNE(-1)	-1443588.	379889.7	-3.800020	0.0002
DCNE(-1)^2	679.9439	903.6340	0.752455	0.4528
DCNE(-2)	-2041293.	418930.9	-4.872623	0.0000
DCNE(-2)^2	760.2911	937.0874	0.811334	0.4183
DCNE(-3)	-2171195.	449020.2	-4.835406	0.0000
DCNE(-3)^2	303.4495	969.4114	0.313024	0.7546
DCNE(-4)	-2052107.	463775.3	-4.424786	0.0000
DCNE(-4)^2	-974.2382	959.8350	-1.015006	0.3115
DCNE(-5)	-1836675.	461913.6	-3.976230	0.0001
DCNE(-5)^2	-1223.909	995.5946	-1.229325	0.2206
DCNE(-6)	-1923642.	466290.4	-4.125415	0.0001
DCNE(-6)^2	-1018.971	1087.644	-0.936861	0.3501
DCNE(-7)	-1848667.	471822.9	-3.918137	0.0001
DCNE(-7)^2	331.8517	998.4027	0.332383	0.7400
DCNE(-8)	-1825041.	454809.4	-4.012760	0.0001
DCNE(-8)^2	165.5140	971.2450	0.170414	0.8649
DCNE(-9)	-1584905.	435170.1	-3.642036	0.0004
DCNE(-9)^2	-112.5472	994.0516	-0.113221	0.9100
DCNE(-10)	-1911984.	416601.2	-4.589484	0.0000
DCNE(-10)^2	1267.997	1075.374	1.179122	0.2399
DCNE(-11)	-1912632.	386103.1	-4.953682	0.0000
DCNE(-11)^2	2337.994	1008.176	2.319033	0.0215
DCNE(-12)	-1630662.	372909.7	-4.372807	0.0000
DCNE(-12)^2	12.51791	1066.818	0.011734	0.9907
ESP(-6)	-1688.890	5658.784	-0.298455	0.7657
ESP(-6)^2	0.093472	0.136091	0.686834	0.4931
ESP(-10)	-11761.24	5420.261	-2.169866	0.0313
ESP(-10)^2	0.214643	0.129232	1.660912	0.0985
ESP(-12)	-7342.987	5570.756	-1.318131	0.1892
ESP(-12)^2	0.192055	0.136412	1.407903	0.1609

R-squared	0.239160	Mean dependent var	1.17E+08
Adjusted R-squared	0.110204	S.D. dependent var	4.45E+08
S.E. of regression	4.19E+08	Akaike info criterion	42.68311
Sum squared resid	3.11E+19	Schwarz criterion	43.18053
Log likelihood	-4408.044	F-statistic	1.854583
Durbin-Watson stat	1.549217	Prob(F-statistic)	0.007493

المصدر: مخرجات *Eviews*.

$$LM=208\ x0.23=47.84>\chi^2_{0.05}(10)=18.31$$

القرار: لدينا الإحصائية المحسوبة للإختبار أكبر من الإحصائية المجدولة لتوزيع كاي تربيع بدرجات حرية (10)،في حدود معنوية 5%، ومنه نقبل بفرضية عدم تجانس تباينات الأخطاء *Hétéroscédasticité*.

وعليه، نعتبر أن السيرورة محل الدراسة قابلة للتبرير أو التمثيل *(justifiable)* بنموذج *ARCH*.

قراءة [1] ***Correlogram*** : .بملاحظتنا لـــ *Correlogram* لمربعات البواقي يتبين لنا وجود أعمدة معنوية، مما يظهر أثر عدم التجانس، ومن أجل التأكيد وتحديد درجة التأخير نقوم بإختبار *ARCH* .

[1] – أنظر الملحق الرابع، الشكل رقم: (4-3).

إختبار *ARCH* :

الجدول رقم (4-30) : نتائج إختبار *ARCH*

ARCH Test:			
F-statistic	6.966273	Probability	0.000175
Obs*R-squared	19.31440	Probability	0.000235

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 05/30/08 Time: 18:20
Sample(adjusted): 1990:02 2007:03
Included observations: 206 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4074.018	923.8737	4.409713	0.0000
RESID^2(-1)	0.258276	0.069766	3.702012	0.0003
RESID^2(-2)	0.117623	0.066459	1.769873	0.0783
RESID^2(-3)	-0.083429	0.065227	-1.279061	0.2023

R-squared	0.093759	Mean dependent var	5768.253
Adjusted R-squared	0.080300	S.D. dependent var	11061.59
S.E. of regression	10608.17	Akaike info criterion	21.39586
Sum squared resid	2.27E+10	Schwarz criterion	21.46048
Log likelihood	-2199.774	F-statistic	6.966273
Durbin-Watson stat	2.018737	Prob(F-statistic)	0.000175

المصدر: مخرجات *Eviews*

و ذلك بحساب إحصائية مضاعف لاغرانج (LM):

إذا إعتبرنا أن إختبار *ARCH* يعتمد بالدرجة الأولى على إحصائية مضاعف لاغرانج فإن هذه الأخيرة تعطى بالعلاقة التالية: $LM = n \times R^2 \rightarrow \chi^2(3)$

حيث: n : عدد المشاهدات المستعملة في انحدار الخطوة الثالثة.

R^2 : معامل التحديد المستخرج من الخطوة الثالثة.

ومنه تكون لدينا: $LM = 0.09 \times 206 = 19.31$

القرار:

لدينا إحصائية LM المحسوبة تساوي $LM = 19.31 \succ \chi^2(3) = 7.815$ وهي أكبر من χ^2 المجدولة في حدود درجة معنوية 5%، وعليه نعتبر أن السيرورة محل الدراسة قابلة للتبرير أو التمثيل بنموذج *ARCH*[1].

ولتحديد الصيغة الرياضية التي تعرف الإرتباط الذاتي للأخطاء غير المتجانسة، قمنا بتقدير عدة نماذج، وحسب عدة معايير ذكرناها سابقاً، كان النموذج (1) *ARCH*، (2) *GARCH* هو المفضل.

تقدير النموذج *GARCH(2)*،*ARCH(1)* :

بما أن النموذج المختار للسلسلة المستقرة $DCNE_t$ هو من الشكل *ARMA(12.12)* مع أخطاء *ARCH (1)* *GARCH(2)* ، فإن نتائج التقدير النموذج بالإستعانة ببرنامج *Eviews* كانت من الشكل التالي:

---

[1] – تحديد رتبة نموذج *ARCH* حسب معنوية المعالم المقدرة $\hat{\alpha}_i$

الجدول رقم (4-31): نتائج التقدير النموذج *ARMA(12.12)* مع أخطاء *GARCH(2)*،*ARCH(1)*.

Dependent Variable: DCNE
Method: ML - ARCH (Marquardt)
Date: 12/30/07 Time: 20:58
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 35 iterations
MA backcast: 1988:11 1989:10, Variance backcast: ON

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	6.500009	1.159665	5.605074	0.0000
AR(1)	-0.507494	0.050752	-9.999465	0.0000
AR(2)	-0.513764	0.055868	-9.196039	0.0000
AR(3)	-0.521149	0.054593	-9.545998	0.0000
AR(4)	-0.548290	0.052681	-10.40765	0.0000
AR(5)	-0.456428	0.049770	-9.170803	0.0000
AR(6)	-0.573232	0.063449	-9.034598	0.0000
AR(7)	-0.506219	0.052040	-9.727450	0.0000
AR(8)	-0.477967	0.049897	-9.578995	0.0000
AR(9)	-0.481638	0.054780	-8.792265	0.0000
AR(10)	-0.524611	0.046862	-11.19490	0.0000
AR(11)	-0.436828	0.042254	-10.33803	0.0000
AR(12)	0.480052	0.067738	7.086888	0.0000
MA(6)	0.337874	0.088653	3.811199	0.0001
MA(10)	0.129862	0.053124	2.444503	0.0145
MA(12)	-0.493108	0.089820	-5.489956	0.0000
Variance Equation				
C	16475.33	2596.430	6.345381	0.0000
ARCH(1)	0.123062	0.057108	2.154881	0.0312
GARCH(1)	-0.532471	0.094070	-5.660384	0.0000
GARCH(2)	-0.814587	0.108566	-7.503155	0.0000

R-squared	0.775366	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.752784	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	84.71194	Akaike info criterion	11.72986
Sum squared resid	1356285.	Schwarz criterion	12.04970
Log likelihood	-1205.771	F-statistic	34.33517
Durbin-Watson stat	2.049837	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.86+.51i	.86 -.51i	.50	.50+.86i
	.50 -.86i	-.00+1.01i	-.00 -1.01i	-.51 -.84i
	-.51+.84i	-.87+.50i	-.87 -.50i	-.97
	Estimated AR process is nonstationary			
Inverted MA Roots	.88	.85 -.47i	.85+.47i	.47+.79i
	.47 -.79i	-.00 -1.00i	-.00+1.00i	-.47 -.79i
	-.47+.79i	-.85+.47i	-.85 -.47i	-.88

المصدر: مخرجات *Eviews*.

2- تشخيص النموذج:

❖ **دراسة معنوية المعالم المقدرة:**

✓ من خلال نتائج التقدير المتحصل عليها أعلاه، نلاحظ أن كل المعالم تختلف معنويا عن الصفر، وهذا يظهر من خلال قيمة الإحتمال الحرجة التي تساوي 0.000 أقل من 0.05 وهذا بالنسبة لكل المعالم المقدرة.

✓ من ناحية المعنوية الكلية، فالنموذج ككل معنوي وذلك من خلال الإحصائية المحسوبة لفيشر $F_{cal} \approx 34.33$ أكبر من الإحصائية المجدولة عند مستوى معنوية 5 %. إضافة إلى نسبة معامل التحديد $R^2 = 0.77$ وهذا يعني أن نسبة التغيرات المشروحة بواسطة هذا النموذج هي أكثر من 50 %وهذه النسبة جيدة في الحالات العملية..

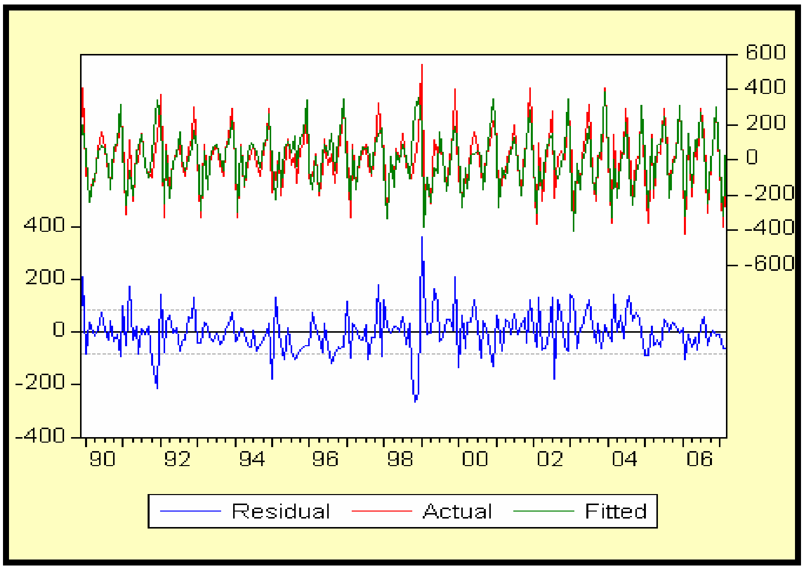
إن المعنوية الجيدة لكل معالم النموذج المقدر، مع إيجاد كل قيم الاحتمالات الحرجة أقل من 0.05، بالإضافة إلى نسبة معامل التحديد[1]، هي نتائج من شأنها أن تعطينا نظرة إحصائية حول نجاعة النموذج المختار في تفسير تغيرات السلسلة $DCNE_t$، نموذج *ARMA(12.12)* بأخطاء *ARCH(1)* *GARCH(2)*.

---

[1]– تعذر علينا إجراء إختبار DW للإرتباط الذاتي للأخطاء لعدم الحصول على القيم d_1, d_2 الجدولية الموافقة للنموذج المقدر.

وهذا ما يمكن أن نراه من خلال تمثيل السلسلة المقدرة $\hat{DCNE}_t$ ومقارنتها مع بياناتها الأصلية:

الشكل رقم (4-15):مقارنة بين السلسلة الأصلية و المقدرة بإستعمال نموذج *ARCH*



المصدر: مخرجات *Eviews*

❖ نقبل الفرضية التي تقرر أن كل معاملات دالة الإرتباط الذاتي لا تختلف عن الصفر، وهذا بإستعمالنا لإختبار *Ljung-Box*، حيث : $Q^* = 21.59 \langle \chi^2_{30-1,0.05} = 43.77$

المطلب الثاني: إقتراح نموذج *ARCH* للسلسلة $DCNESA_t$

1- كشف أثر *ARCH* :

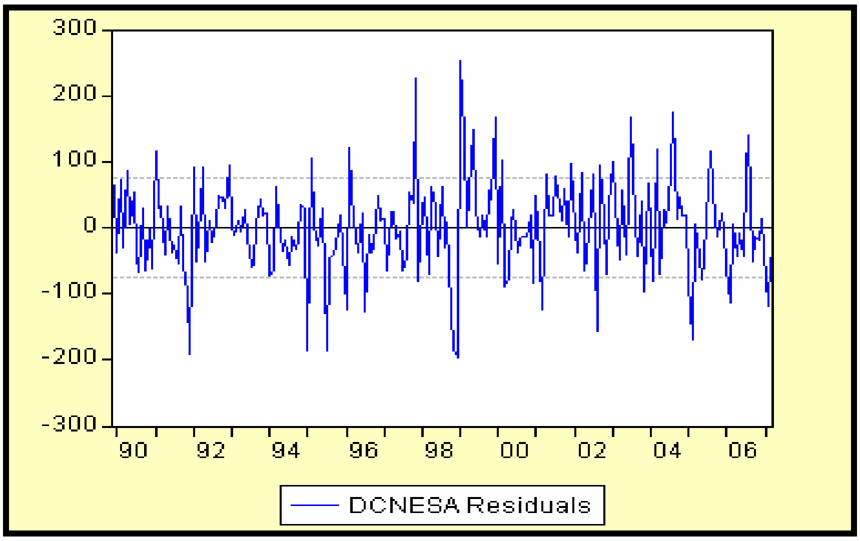
إن ما طبقناه على السلسلة $DCNE_t$ سنحاول تطبيقه على السلسلة $DCNESA_t$ ، وفقاً للخطوات العملية التالية:

❶ حساب بواقي تقدير النموذج المقدر e_t :

$$e_t = DCNESA_t - D\hat{CNESA}_t$$

من خلال هذه العلاقة يمكننا أن نحصل على سلسلة البواقي e_t، المكونة من 221 مشاهدة، والممثلة في الشكل البيانـــي التالـــي:

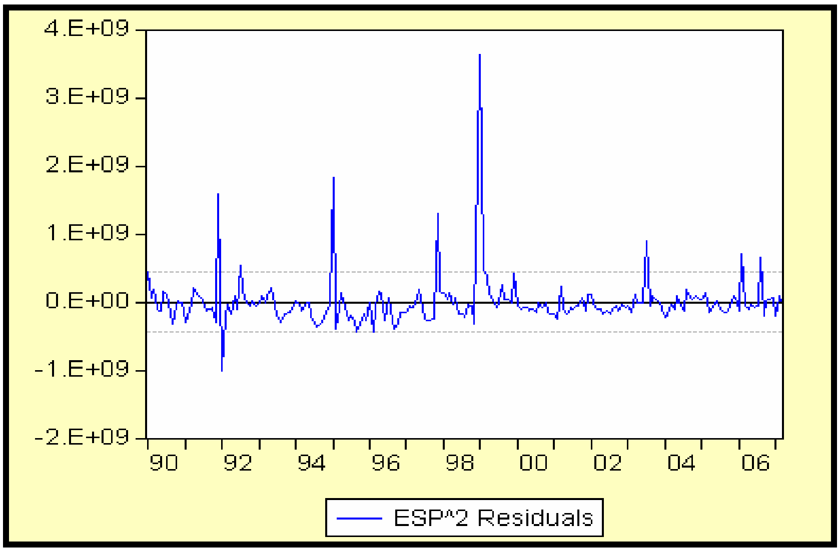
الشكل رقم (4-16): منحنى بياني لسلسلة البواقي



المصدر: مخرجات *Eviews*

❷ حساب مربعات البواقي e_t^2: من خلال هذه المرحلة نحصل على 221 مشاهدة موجبة تمثل مربعات مشاهدات السلسلة المستخرجة من المرحلة السابقة، والممثلة في الشكل البياني التالي:

الشكل رقم(4-17): منحنى بياني لسلسلة مربعات البواقي



المصدر: مخرجات *Eviews*

❸ إجراء إنحدار ذاتي لمربعات البواقي من الرتبة *P*:

$$e_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i e_{t-1}^2$$

إختبار وايت(*White*): والذي يقارن إحصائية *LM* والتي تساوي n^*R^2 بكاي دو χ^2 عند p درجة حرية بمستوى معنوية 5%.

وكانت نتائج التقدير على الشكـــل التالـــي:

الجدول رقم (4-32): يمثل تحدير مجموع مربعات البواقي ε_t^2 .

Dependent Variable: ESP^2
Method: Least Squares
Date: 05/18/08 Time: 22:08
Sample(adjusted): 1989:12 2007:03
Included observations: 208 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.64E+08	60436167	2.718435	0.0072
DCNESA(-1)	-1376788.	438132.4	-3.142403	0.0020
DCNESA(-1)^2	1768.674	1757.170	1.006547	0.3155
DCNESA(-2)	-1815950.	490469.2	-3.702475	0.0003
DCNESA(-2)^2	970.4684	1811.732	0.535658	0.5929
DCNESA(-3)	-1628406.	525476.1	-3.098916	0.0023
DCNESA(-3)^2	205.4212	1818.640	0.112953	0.9102
DCNESA(-4)	-1388732.	554738.8	-2.503397	0.0132
DCNESA(-4)^2	-595.0306	1803.090	-0.330006	0.7418
DCNESA(-5)	-1331100.	565550.0	-2.353639	0.0197
DCNESA(-5)^2	-2467.596	2374.767	-1.039090	0.3002
DCNESA(-6)	-1617886.	568299.1	-2.846892	0.0049
DCNESA(-6)^2	-1231.509	3030.955	-0.406311	0.6850
DCNESA(-7)	-1185713.	576888.4	-2.055360	0.0413
DCNESA(-7)^2	-111.1508	1812.994	-0.061308	0.9512
DCNESA(-8)	-693107.5	561510.5	-1.234362	0.2187
DCNESA(-8)^2	-624.2610	1819.626	-0.343071	0.7319
DCNESA(-9)	-528439.9	546456.0	-0.967031	0.3348
DCNESA(-9)^2	-1401.351	2412.132	-0.580959	0.5620
DCNESA(-10)	-623368.8	511722.3	-1.218178	0.2248
DCNESA(-10)^2	182.7586	3116.195	0.058648	0.9533
DCNESA(-12)	-895341.1	418983.0	-2.136939	0.0340
DCNESA(-12)^2	2255.940	2640.232	0.854447	0.3940
ESP(-6)	-1418.840	6436.848	-0.220425	0.8258
ESP(-6)^2	0.166566	0.167466	0.994625	0.3213
ESP(-10)	-8045.878	6147.169	-1.308875	0.1923
ESP(-10)^2	0.172940	0.165780	1.043191	0.2983
ESP(-12)	-2085.433	6014.500	-0.346734	0.7292
ESP(-12)^2	0.011475	0.149363	0.076829	0.9388

R-squared	0.154127	Mean dependent var	1.17E+08
Adjusted R-squared	0.021811	S.D. dependent var	4.45E+08
S.E. of regression	4.40E+08	Akaike info criterion	42.76983
Sum squared resid	3.46E+19	Schwarz criterion	43.23516
Log likelihood	-4419.062	F-statistic	1.164844
Durbin-Watson stat	1.542299	Prob(F-statistic)	0.271294

المصدر: مخرجات *Eviews*.

$$LM=208\ x0.15=31.2> \chi^2_{0.05}(10) = 18.31$$

القرار: لدينا الإحصائية المحسوبة للإختبار أكبر من الإحصائية المجدولة لتوزيع كاي تربيع بدرجات حرية (10)،في حدود معنوية 5%، ومنه نقبل بفرضية عدم تجانس تباينات الأخطاء.

وعليه، نعتبر أن السيرورة محل الدراسة قابلة للتبرير أو التمثيل (*justifiable*) بنموذج *ARCH*.

قراءة *Correlogram* : بملاحظتنا لـــ *Correlogram* لمربعات البواقي يتبين لنا وجود أعمدة معنوية، مما يظهر أثر عدم التجانس، ومن أجل التأكيد وتحديد درجة التأخير نقوم بإختبار *ARCH*

إختبار *ARCH* :

الجدول رقم (4-33) : نتائج إختبار *ARCH*

ARCH Test:			
F-statistic	5.466316	Probability	0.001243
Obs*R-squared	15.46795	Probability	0.001457

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 05/30/08 Time: 22:19
Sample(adjusted): 1990:02 2007:03
Included observations: 206 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4044.351	802.5810	5.039181	0.0000
RESID^2(-1)	0.277779	0.070351	3.948485	0.0001
RESID^2(-2)	-0.025704	0.073203	-0.351134	0.7259
RESID^2(-3)	-0.038127	0.070492	-0.540865	0.5892

R-squared	0.075087	Mean dependent var	5149.298
Adjusted R-squared	0.061351	S.D. dependent var	9155.221
S.E. of regression	8869.936	Akaike info criterion	21.03795
Sum squared resid	1.59E+10	Schwarz criterion	21.10257
Log likelihood	-2162.909	F-statistic	5.466316
Durbin-Watson stat	1.996027	Prob(F-statistic)	0.001243

المصدر: مخرجات *Eviews*

لدينا إحصائية *LM* المحسوبة تساوي 15.46 وهي أكبر من χ^2 المجدولة في حدود درجة معنوية 5% وعليه نعتبر أن السيرورة محل الدراسة قابلة للتبرير أو التمثيل بنموذج *ARCH*.

ولتحديد الصيغة الرياضية التي تعرف الإرتباط الذاتي للأخطاء غير المتجانسة، قمنا بتقدير عدة نماذج ، وحسب عدة معايير، كان النموذج (1) *ARCH* هو المفضل.

تقدير النموذج *ARCH(1)*:

بما أن النموذج المختار للسلسلة المستقرة $DCNESA_t$ هو من الشكل *ARMA(12.12)* مع أخطاء *ARCH (1)*، فإن نتائج التقدير النموذج تكون من الشكل التالي:

الجدول رقم (4-34): نتائج التقدير النموذج *ARMA(12.12)* مع أخطاء *ARCH(1)*

Dependent Variable: DCNESA
Method: ML - ARCH (Marquardt)
Date: 06/04/08 Time: 09:53
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 58 iterations
MA backcast: 1988:11 1989:10, Variance backcast: ON

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	4.605872	2.228526	2.066780	0.0388
AR(1)	-0.425824	0.071091	-5.989829	0.0000
AR(2)	-0.315451	0.087067	-3.623091	0.0003
AR(3)	-0.357160	0.075250	-4.746290	0.0000
AR(4)	-0.226346	0.067165	-3.370002	0.0008
AR(5)	-0.295880	0.056070	-5.276989	0.0000
AR(6)	-0.857593	0.076403	-11.22464	0.0000
AR(7)	-0.364170	0.080247	-4.538136	0.0000
AR(8)	-0.298848	0.067531	-4.425328	0.0000
AR(9)	-0.335636	0.068417	-4.905771	0.0000
AR(10)	0.272199	0.063250	4.303506	0.0000
AR(12)	-0.322908	0.071114	-4.540746	0.0000
MA(6)	0.780226	0.054481	14.32110	0.0000
MA(10)	-0.398414	0.042627	-9.346408	0.0000
MA(12)	0.595815	0.048003	12.41193	0.0000
	Variance Equation			
C	3239.675	480.4427	6.743103	0.0000
ARCH(1)	0.367837	0.127631	2.882034	0.0040

R-squared	0.674513	Mean dependent var	5.462778
Adjusted R-squared	0.279062	S.D. dependent var	89.19705
S.E. of regression	75.73549	Akaike info criterion	11.42762
Sum squared resid	1101286.	Schwarz criterion	11.69949
Log likelihood	-1177.187	F-statistic	6.032069
Durbin-Watson stat	2.023001	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.80+.56i	.80 -.56i	.63 -.39i	.63+.39i
	.20 -.94i	.20+.94i	-.22 -.97i	-.22+.97i
	-.80 -.57i	-.80+.57i	-.81+.20i	-.81 -.20i
Inverted MA Roots	.85 -.29i	.85+.29i	.79 -.60i	.79+.60i
	.20+.97i	.20 -.97i	-.20+.97i	-.20 -.97i
	-.79 -.60i	-.79+.60i	-.85 -.29i	-.85+.29i

المصدر: مخرجات *Eviews*

من خلال الشكل أعلاه يمكن أن نستشف النتائج التالية:

- بما أن $\alpha_1 = 0.36$ أقل من الواحد فإن شرط محقق بأن تكون السيرورة ε_t^2 مستقرة.
- بما أن $0\langle \alpha_1 \leq 1$ و $\alpha_0 \rangle 0$ يكون التباين الهامشي للسيرورة ε_t موجود.
- إن الشروط الكافية من أجل أن تكون السيرورة ε_t^2 موجبة محققة $(\alpha_1 \rangle 0 \quad , \quad \alpha_0 + \mu \geq 0)$.
- $R^2 = 0.67$: وهذا يعني أن نسبة التغيرات المشروحة بواسطة هذا النموذج المقدر هي أكثر من 50%.
- $SC = 11.69, AIC = 11.42$ وهي قيم صغرى لهذه المعايير مقارنة مع النماذج الأخرى.

2- تشخيص النموذج:

- **دراسة معنوية المعالم المقدرة:**

تظهر لنا كل المعالم بأنها تختلف معنويا عن الصفر (إختبار ستيودنت) كلها أكبر من 1.96 القيمة المطلقة عند مستوى معنوية 5%.

❖ **دراسة المعنوية الكلية للنموذج:**

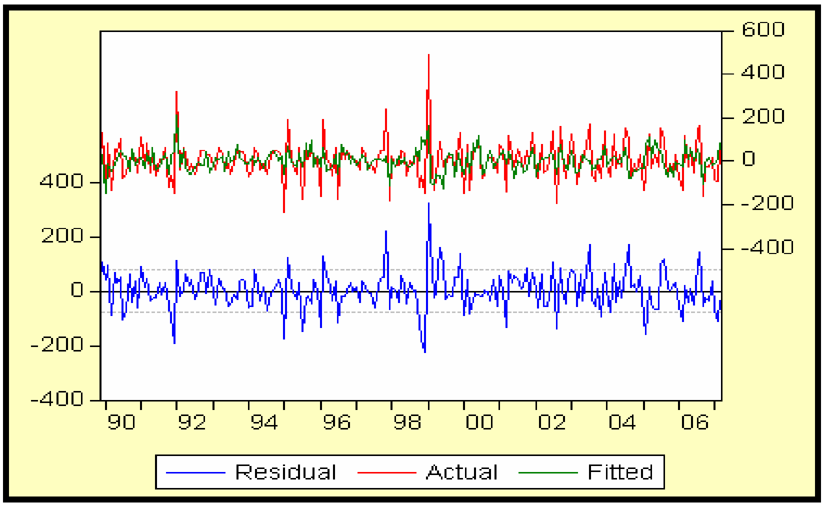
نهدف هنا إلى إختبار الفرضيتين: الفرضية H_0: كل معاملات النموذج معدومة

H_1 : يوجد على الأقل معامل يختلف معنويا عن الصفر

لدينا الإحصائية المحسوبة لفيشر $F_{cal} \approx 6.03$ أكبر من الإحصائية المجدولة عند مستوى 5% ومنه نرفض الفرضية H_0 وعليه فإن معالم النموذج تختلف معنويا عن الصفر.

إن المعنوية الجيدة لكل معالم النموذج المقدر، مع إيجاد كل قيم الاحتمالات الحرجة أقل من 0.05، بالإضافة إلى نسبة معامل التحديد، بالإصافة إلى قيمة $DW = 2.02$ وهي قيمة جيدة إلى حد ما، هذه النتائج من شأنها أن تعطينا نظرة إحصائية حول نجاعة النموذج المختار في تفسير تغيرات السلسلة $DCNESA_t$،نموذج *ARMA(12.12)* بأخطاء *ARCH (1)* ، وهذا ما يمكن أن نراه من خلال تمثيل السلسلة المقدرة $DCNESA_t$ ومقارنتها مع بياناتها الأصلية:

الشكل رقم (4-18):مقارنة بين السلسلة الأصلية و المقدرة بإستعمال نموذج ARCH



المصدر: مخرجات *Eviews*

❖ نستعمل إحصائية *L-B*[1] لإختبار ما إذا كانت معالم دالتي الإرتباط الذاتي الكلية و الجزئية لهذه البواقي داخل مجال المعنوية، نستعمل إختبار *Ljung-Box*، حيث لدينا $Q^* = 31.40 \langle \chi^2_{30-1,0.05} = 43.77$ و منه نقبل بالفرضية التي تقرر أن كل معاملات دالة الإرتباط الذاتي لا تختلف عن الصفر.

[1] – أنظر الملحق السابع، الشكل رقم(7-3).

المطلب الثالث: التنبـــؤ

1- إختيار النموذج الأمثل:

بعد دراستنا لسلسلة الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية، لاحضنا وجود المركبة الموسمية ومركبة الإتجاه العـــام التي تحول دون إستقراريتها، ولإزالتها طبقنا طريقتين، الأولى طريقة الفروقات التي تحصلنا بها على السلسلة الجديدة التي أثبتنا إستقراريتها $DCNE_t$ وبعد عملية النمذجة تحصلنا على النموذج الأمثل الذي يفسر إستهلاك الكهربـــاء يتبع نموذج *(ARMA(12.12* بأخطاء *(1) ARCH*، *GARCH(2)*.

والطريقة الثانية هي إدخال المعاملات الموسمية التي تحصلنا بها على السلسلة الجديـــدة$DCNESA_t$ الـــتي أثبتنـــا إستقراريتها عن طريق الإختبارات الإحصائية المعدة لذلك، وبعد عملية النمذجة تحصلنا على النموذج الأمثل الذي يفسِّر إستهلاك الكهرباء يتبع نموذج *(ARMA(12.12* بأخطاء *(1) ARCH*.

للقيام بعملية التنبؤ كان لزاما علينا إختيار النموذج الأمثل لنستعمله لمرحلة التنبؤ وذلك وفقاً لعدَّة معـــايير الـــتي عرفناها سابقاً.

الجدول رقم(4-35): إختيار النموذج الأمثل

RSS	Log-Lik	DW	SC	AIC	R^2	السلسلة
1356285	−1205.771	2.04	12.04	11.72	0.77	$DCNE_t$
1101286	−1177.187	2.02	11.69	11.42	0.67	$DCNESA_t$

المصدر: من إعداد الطالب.

وبعد تحليلنا للجدول أعلاه تم إختيار نموذج السلسلة $DCNESA_t$ الـــتي يتبـــع *(ARMA(12.12* بأخطـــاء *(1) ARCH* ، لنستعمله للتنبؤ.

2- مرحلة التنبؤ:

إن الفرق الأساسي بين نمذجة *ARMA* و *ARCH* يكمن في أن مجال الثقة للأولى مبني على تباين ثابـــت مـــع الزمن، وهذا مالا نجده في نموذج بأخطاء *ARCH*

من خلال النقاط السابقة وجدنا أن أحسن تمثيـــل لبيانـــات السلـــسلة محـــل الدراســـة هـــو مـــن الـــشكل: $DCNESA_t \rightarrow ARMA(12,12)$ مع أخطاء $ARCH\ (1)$ أي:

$$\begin{cases} DCNESA_t = 4.60 - 0.42DCNESA_{t-1} - 0.31DCNESA_{t-2} - 0.35DCNESA_{t-3} - 0.22DCNESA_{t-4} - 0.29DCNESA_{t-5} \\ - 0.85DCNESA_{t-6} - 0.36DCNESA_{t-7} - 0.29DCNESA_{t-8} - 0.33DCNESA_{t-9} + 0.27DCNESA_{t-10} - 0.32DCNESA_{t-12} \\ + \varepsilon_t - 0.78\varepsilon_{t-6} + 0.39\varepsilon_{t-10} - 0.59\varepsilon_{t-12} \\ R^2 = 0.33 \qquad DW = 2.02 \qquad n = 209 \\ \varepsilon_t / \underline{\varepsilon_{t-1}} \rightarrow N(0, h_t) \\ h_t = 3139.675 + 0.367837\varepsilon_{t-1}^2 \end{cases}$$

وفي هذه الحالة هناك طريقتين للتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة $DCNESA_t$:

❖ الطريقة الأولى: تتمثل في التحليل الكلاسيكي للسيرورة ARMA[1]:

$$\begin{cases} DCNESA_t = 6.05 - 0.46\,DCNESA_{t-1} - 0.45\,DCNESA_{t-2} - 0.51\,DCNESA_{t-3} - 0.30\,DCNESA_{t-4} \\ - 0.23\,DCNESA_{t-5} - 0.99\,DCNESA_{t-6} - 0.44\,DCNESA_{t-7} - 0.41\,DCNESA_{t-8} - 0.43\,DCNESA_{t-9} \\ - 0.19\,DCNESA_{t-10} + 0.27\,DCNESA_{t-11} - 0.16\,DCNESA_{t-12} + \varepsilon_t - 0.7\varepsilon_{t-5} + 1.01\varepsilon_{t-6} - 0.12\varepsilon_{t-9} \\ - 0.52\,\varepsilon_{t-11} + 0.42\,\varepsilon_{t-12} \\ R^2 = 0.39 \qquad DW = 1.97 \qquad n = 209 \\ R^2 = 0.39 \qquad DW = 1.97 \qquad n = 209 \\ \varepsilon_t / \underline{\varepsilon_{t-1}} \rightarrow N(0, h_t) \end{cases}$$

$$h_t = 3139.675 + 0.367837\varepsilon_{t-1}^2$$

❖ الطريقة الثانية: وتعتمد على المعطيات المشروطة عدم تجانس تباينات الأخطاء، أي على النموذج المقـــدر بإستعمال نموذج ARCH[2]:

$$\begin{cases} DCNESA_t = 4.60 - 0.42DCNESA_{t-1} - 0.31DCNESA_{t-2} - 0.35DCNESA_{t-3} - 0.22DCNESA_{t-4} - 0.29DCNESA_{t-5} \\ - 0.85DCNESA_{t-6} - 0.36DCNESA_{t-7} - 0.29DCNESA_{t-8} - 0.33DCNESA_{t-9} + 0.27DCNESA_{t-10} - 0.32DCNESA_{t-12} \\ + \varepsilon_t - 0.78\varepsilon_{t-6} + 0.39\varepsilon_{t-10} - 0.59\varepsilon_{t-12} \\ R^2 = 0.33 \qquad DW = 2.02 \qquad n = 209 \\ \varepsilon_t / \underline{\varepsilon_{t-1}} \rightarrow N(0, h_t) \\ h_t = 3139.675 + 0.367837\varepsilon_{t-1}^2 \end{cases}$$

3- التنبؤ بإستهلاك الكهرباء لشهر أفريل 2007 :

يمكن التنبؤبمستوى السلسلة $DCNESA_t$ الموافق لشهر أفريل 2007 من خلال المعادلة التراجعية المقدرة أعلاه:

$$\begin{cases} DCNESA_{Avril,2007} = 4.60 - 0.42DCNESA_{Mars,2007} - 0.31DCNESA_{Février,2007} - 0.35DCNESA_{Janvier,2007} \\ - 0.22DCNESA_{Décembre,2006} - 0.29DCNESA_{November,2006} - 0.85DCNESA_{Octobre,2006} - 0.36DCNESA_{September,2006} \\ - 0.29DCNESA_{Aout,2006} - 0.33DCNESA_{Juillet,2006} + 0.27DCNESA_{Juin,2006} - 0.32DCNESA_{Avril,2006} + e_{Avril,2007} \\ - 0.78e_{Octobre.2006} + 0.39e_{Juin,2006} - 0.59e_{Avril,2006} \\ R^2 = 0.33 \qquad DW = 2.02 \qquad n = 209 \end{cases}$$

حيث: e : تمثل بواقي التقدير.

$$\begin{cases} DCNESA_{Avril,2007} = 4.60 - 0.42 \times 61.89975 - 0.31 \times (-95.44167) - 0.35 \times (-86.46152) \\ - 0.22 \times 16.03750 - 0.29 \times (-21.61348) - 0.85 \times (-30.04936) - 0.36 \times (-161.6760) \\ - 0.29 \times 161.9823 - 0.33 \times 149.7285 + 0.27 \times (-49.81690) - 0.32 \times (-27.29067) + 0 \\ - 0.78 \times (-24.10753) + 0.39 \times (-50.31241) - 0.59 \times (-38.16507) \\ R^2 = 0.33 \qquad DW = 2.02 \qquad n = 209 \end{cases}$$

[1] – وتعتمد على النمودج المقدر في المطلب الثاني من المبحث الثاني (أنظر الصفحة: 163).

[2] – أنظر الصفحة: 175.

إذن: $DCNESA_{Avril,2007} = 45.5321341$ وتمثل القيمة المتنبأ بها للسلسلة $DCNESA_t$ في شهر أفريل 2007[1].

ويمكننا بذلك الحصول على القيمة التنبؤية للسلسلة $DCNESA_t$ في شهر أفريل 2007 من خلال العلاقة التراجعية للفروقات من الدرجة الأولى: $DCNESA_t = CNESA_t - CNESA_{t-1}$

ومنه: $CNESA_t = DCNESA_t + CNESA_{t-1}$

إذن: $CNESA_{Avril,2007} = DCNESA_{Avril,2007} + CNESA_{Mars,2007}$

حيث: $CNESA_{Mars,2007}$: تمثل آخر قيمة للسلسلة $CNESA$ والتي تساوي: 2567.878

$$CNESA_{Avril,2007} = 45.5321341 + 2567.878 = 2613.410134$$

والآن نستطيع حساب القيمة المتوقعة لإستهلاك الكهرباء لشهر أفريل 2007 من خلال العلاقة التراجعية التالية:

$$CNESA_{i,j} = CNE_{i,j} - CS_i \qquad \forall i = 1,2,...12 \qquad j = 1988,1989,....,2007$$

حيث: CS_i: يمثل المعامل الموسمي للشهر i

$CNE_{i,j}$: يمثل إستهلاك الكهرباء للشهر i الموافق للسنة j

ومنه نستطيع كتابة: $CNESA_{Avril,2007} = CNE_{Avril,2007} - CS_{Avril}$

إذن: $CNE_{Avril,2007} = CNESA_{Avril,2007} + CS_{Avril}$

لدينا: CS_{Avril} يمثل المعامل الموسمي لشهر أفريل ويساوي(1.003698) أنظر الشكل رقم(4-5)

ومنه نجد: $CNE_{Avril,2007} = 2613.410134 + 1.003698 = 2614.413832$

وبنفس الطريقة نحسب القيم المتنبأ بها لأشهر: ماي، جوان، جويلية، أوت ونلخص مراحلها في الجدول التالي:

الجدول رقم(4-36): القيم المتوقعة لإستهلاك الكهرباء في الجزائرمن أفريل 2007 – أوت 2007

الأشهر	$DCNESA_t$	$CNESA_t$	CS	CNE_t
أفريل 2007	45.5321341	2613.410134	1.003698	2614.413832
ماي 2007	-982.50000	1630.901534	1.002689	1631.904223
جوان 2007	543.5588205	2174.466355	1.002930	2175.463285
جويلية 2007	7.623218915	2182.083564	0.995544	2183.079108
أوت 2007	77.1586605	2259.242225	0.994029	2260.236254

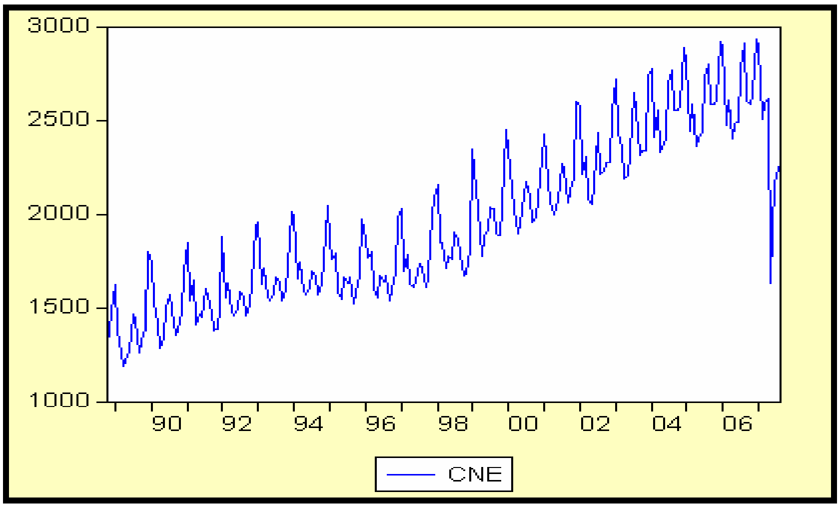
المصدر: بناء شخصي بالإستعانة ببرنامج *Eviews*

[1] – باعتبار أن كل الأخطاء التي تأتي في المستقبل معدومة.

4- تحليل نتائج التنبؤ:

بالإعتماد على النتائج المبينة أعلاه وجدول المعطيات (أنظر الملحق الأول)، يمكننا تمثيل التنبــؤ فيمـــا يخـــص إستهلاك الكهرباء في الجزائر للفترة (أكتوبر 1988- أوت 2007) على الشكل التالي:

الشكل رقم (4-19):الإستهلاك المتوقع للطاقة الكهربائية في الجزائر



المصدر: مخرجات *Eviews*

من النظرة الأولى للشكل أعلاه يتبين لنا أنه سوف يرتفع إستهلاك الكهرباء في شهر أفريل، لكن بعـــد ذلـــك يرجع إلى الإنخفاظ في شهر ماي، جوان، جويلية ثم نلاحظ إرتفاعاً معتبرًا في شهر أوت، لأن في هذا الشهر يكون إستهلاك الكهرباء كبير من كل سنة وذلك لإرتفاع الحرارة التي ينجم عنـــها إســـتعمال الكـــثير مـــن الأدوات الكهرومنزلية التي تعمل بالكهرباء مثل: المكيفات، الثلاجات...إلخ بالنسبة لقطاع العائلات.

أما فيما يخص الإنخفاض والإرتفاع في القيم المتنبؤ بها لإستهلاك الكهرباء وذلك راجع على عامـــل الفـــصلية (الموسمية)، هذه النتائج المتوقعة هي صورة قياسية لمستقبل إستهلاك الكهرباء في الجزائر هذا من شـــأنه ان يكـــون أرضية خصبة لأصحاب القرار(مؤسسة سونلغاز التي تعتبر المحتكر الوحيد لإنتاج الكهرباء في الجزائر)، فيما يخص تحسين الخدمات، تخفيض الأسعار، عدم الإنقطاعات المتكررة للتيار الكهربائي، تقديم خدمة أرقى للزبون...إلخ .

خلاصـــة :

من أجل توفير شروط الإستقرارية للسلسلة الزمنية الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر، الممتدة مـــن أكتوبر 1988 إلى مارس 2007، كان من الواجب إزالة المركبة الموسمية ومركبة الإتجاه العام، وطبقنـــا طـــريقتين، الأول بإجراء الفروقات من الدرجة الأولى لنتحصل على السلسلة $DCNE_t$، وقد أثبتت لنا مختلـــف الإختبـــارات الإحصائية (*DF, ADF, PP, KPSS....*) إستقرارية هذه السلسلة.

أما الطريقة الثانية فطبقنا إدخال المعاملات الموسمية، ولإزالة أثر الإتجاه العام أجرينا فروقات من الدرجـــة الأولى فتحصلنا على السلسلة الجديدة $DCNESA_t$ التي أثبتنا إستقراريتها مـــن خلال الأدوات الإحـــصائيـــة التاليـــة: (*DF, ADF, PP, KPSS.....*)

وبتفحص مراحل نمذجة السلسلة الأولى المستقرة $DCNE_t$ يمكن أن نخلص إلى النتائج والملاحظات التالية:

1- إن أحسن تمثيل خطي للسلسلة $DCNE_t$ هو من الشكل *(ARMA(12.12*.

2- بالإعتماد على إختبار أثر *ARCH* يمكننا تبيان إمكانية إقتراح صياغة غـــير خطيـــة لإســـتهلاك الطاقـــة الكهربائية في الجزائر، بواسطة إستعمال نموذج *ARCH(1), GARCH(2)* حيث يحقق هـــذا الـــشكل الخصائص الأربعة لنماذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين*ARCH* .

وأيضا، بعد تفحص مراحل نمذجة السلسلة $DCNESA_t$ المستقرة يمكن أن نخلص إلى النتائج والملاحظات التالية:

1- إن أحسن تمثيل خطي للسلسلة $DCNESA_t$ هو من الشكل *(ARMA(12.12* وكان الإختيـــار وفـــــق عدة معايير ذكرناها سابقاً.

2- بالإعتماد على إختبار أثر *ARCH* يمكننا تبيان إمكانية إقتراح صياغة غـــير خطيـــة لإســـتهلاك الطاقـــة الكهربائية في الجزائر، بواسطة إستعمال نموذج *(ARCH(1* .

وللقيام بالتنبؤ لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر، كان لزاماً علينا إختيار أحسن نموذج يفسرها، ولإختيار إحدى السلسلتين نقارن بينهما من خلال: أقل قيمة للمعيارين *AIC* و*SC*، أعظم قيمـــة للمعقوليـــة العظمـــى، مستوى أعلى لمعامل التحديد R^2، معنوية جيدة للمعالم المقدرة، أقل قيمة لمجموع مربعات البواقي *RSS*، إحصائية *DW* حسنة لقربها من 2، المعنوية الكلية للمعالم المقدرة، حيث تم إختيارنا للسلسلة $DCNESA_t$.

بالإعتماد على نموذج *(ARMA(12.12* مع أخطاء *(ARCH(1* ، يكون من المتوقع أن يرتفع إستهلاك الطاقـــة الكهربائية في الجزائر لشهر أفريل، ثم يشهد تناقصاً في كل من ماي، جوان، جويلية لكنه سرعان ما يرجـــع إلى الإرتفاع في شهر أوت 2007.

الخاتمة العامة

إن التكلم عن إستهلاك الطاقة في الجزائر لا ينتهي في أهمية دورها في التنمية الإقتصادية، وكون الجزائر إستراتيجيتها الإقتصادية مرتكِزة على المحروقات فإنها تجد نفسها مجبرة على إعادة ضبط الإقتصاد الوطني وعلى متَّخذي القرار بمتابعة التحليل العلمي والتكنولوجي لكل ما له علاقة بالطاقة.

يزداد الإهتمام بأبحاث الطاقة مع تزامن ظهور أساليب التحرر الإقتصادي والتحول إلى إقتصاد السُوق، بل تعدى الأمر ذلك ليصبح مؤشرًا يعتمد عليه في قياس تنمية البلاد بعد حساب متوسط نصيب الفرد من إستهلاكه للطاقة، ناهيك عن إشتراك القطاع الخاص إلى جانب العام في ممارسة النشاطات ذات المنفعة العامة، لا سيما بعد كسب بعض المؤسسات العامة الصفة التجارية مثل حالة سونلغاز، مما جعل منها شخصاً معنوياً يمارس نشاطه التجاري، شأنها شأن الأطراف الخاضعة للقانون التجاري، ضف إلى ذلك أن إستهلاك الطاقة له إرتباط وثيق بحجم رفاهية المشتركين ومعدلات النمو الصناعي والتنمية الإقتصادية بوجه عام.

وما قيام الحكومة الجزائرية بسَن التشريعات وعقد الملتقيات مثل الندوة الدولية المنعقدة بالعاصمة بتاريخ: 30 جانفي 2001، حول إمكانية الإستثمار – وبالتالي خلق مؤسسات منافسة – في مجال الطاقة مع الشركات الكندية والهندية، إلا دليل ومؤشر يعكس توجهات الحكومة في إشتراك المؤسسات الخاصة في القطاعات الحساسة والهامة كقِطاع الكهرباء الذي هو موضوع بحثنا هذا.

قسَّمنا منهجية العمل في هذه الدراسة إلى أربعة فصول، إهتم الفصل الأول بدراسة ضاهرة إستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر، حيث بدأنا بإعطاء مفاهيم عامة وأساسية عن الطاقة وأشكالها المختلفة وعلاقتها بالإقتصاد، وإمكانات الجزائر من الطاقة الشمسية، حيث تتوفر للجزائر جرَّاء موقعها الجغرافي، أعلى الحقول والمناجم الشمسية في العالم، فمدة الشمس في كامل التراب الوطني تقريباً تفوق 2000 ساعة في السنة ويمكنها أن تصل إلى 3900 ساعة (الهضاب العليا والصحراء)، والطاقة المتوفرة يوميا على مساحة عرضية قدرها 1 م ^{2} تصل إلى 5 كيلواط في الساعة على معظم أجزاء التراب الوطني أي نحو 1700 كيلواط في الساعة / م ^{2} في السنة في شمال البلاد و 2263 كيلواط م^2/ في السنة في جنوب البلاد.

ثم عرَّجنا إلى العنصر الأساسي في هذا البحث، وهو الكهرباء الذي كان محتكرًا في الستينيات من طرف الشركات الأجنبية التي كانت تهمل تحسين الإستغلال لبعض المناطق، بل إن بعض المنابع الطاقوية أهملت بحجة أنها غير مربحة مما سبب في مشكل سوء الإستغلال والتوزيع، وبعد تأسيس الشركة الوطنية للكهرباء والغاز سنة: 1969م التي تشرف عليها وزارة الطاقة، تولت مهمة إنتاج، نقل وتوزيع الكهرباء إضافة إلى نقل وتوزيع الغاز الطبيعي، لتلبية إحتياجات السوق الداخلية، اضطرت إلى إنشاء فرعين لها لتدعيم الطاقة وهما: ترافيك الخاصة بالأشغال الكهربائية و سيريغ الخاصة بالأشغال الغازية، وقد تمكنا الفرعان من تخفيف النقص السائد في القطاع.

أثمر إنشاء الفرعين إيجابياً، حيث إزداد الإستهلاك بمعدل سنوي قدره: 13% إلى غاية 1985 ثم شهد تقهقرًا معتبرًا إبتداءا من سنة 1986 حيث إنخفض معدل إستهلاك الكهرباء إلى: 5.5% وذلك بسبب الأزمة البترولية سنة: 1986 وأثرها على قِطاع العائلات.

أما الفصل الثاني فتطرقنا فيه إلى الجانب النظري للسلاسل الزمنية، حيث بـدأنا بعـرض منهجيـة القيـاس الإقتصادي، وذلك بتقديم المفاهيم العامة والأساسية للقياس الإقتصادي، وعلى تحليل نموذج الإنحدار الخطي البسيط والمتعدد بطريقة المربعات الصغرى، بدراسة إختبارات معنوية المعالم المقدرة وإختبارات المعنوية الكلية، ثم تطرقنا إلى دراسة السلاسل الزمنية، التي يشترط في تحليل هذه الأخيرة أن تكون ذات طبيعـة مـستقرة، بمعـنى أن تكـون أوساطها، تبايناتها و تبايناتها المشتركة ثابتة عبر الزمن، ويستحسن هنا للكشف عـن هـذه الطبيعـة إسـتخدام الإختبارات الإحصائية المعروفة في ذلك، مثل إختبارات الجذر الأحادي، التي بالإضافة إلى كشف عدم الإسـتقرار فهي تحدد شكل الإتجاه العام للسلسلة الزمنية، ومن ثم تحديد الطريقة المناسبة لجعل السلسلة تستقر، كما تناولنا في هذا الإِطار منهجية بوكس جينكيتر في بناء السلاسل الزمنية، بالإضافة إلى خصائص مختلف الصيغ الخطيـة الـتي يمكن أن تفسِّر الظواهر (*ARIMA, ARMA, MA, AR*...إلخ).

أما الفصل الثالث فخصصناه إلى النماذج الغير خطية للسلاسل الزمنة ونماذج *ARCH* ، ويعود هذا التخصيص لكون أن النماذج الخطية للسلاسل الزمنية السابقة، ورغم الدور الكبير الذي لعبته في نمذجة الظواهر الإقتـصادية، إلا أنها لم تستطع أن تترجم الصفة الحركية والديناميكية لهذه الظواهر وخاصة المالية منها، ويعود هذا العجـز إلى فرضية الخطية التي تقوم عليها هذه النماذج، بحيث تستلزم أن تتميز المكونات الزمنية بوقت واحد، إضافة إلى ذلك فإن ثبات السيرورة *ARMA* لا يسمح بتمثيل الميكانيزمات غير المتناظرة، أما فيما يخص نموذج الإنحدار الذاتي *AR* فهو يفسر القيمة الحالية للسلسلة بدلالة القيم الماضية، ومنه فهو لا يدخل كامل المعلومات في تفسير الظاهرة.

فقد تناولنا في البداية أهم النماذج الغير خطية للسلاسل الزمنية إبتداءا من النماذج مزدوجة الخطية وإبراز أهـم خصائصها، ثم نماذج الإنحدار الذاتي ذات الحدود التي اقترحت نمـاذج *TAR* (*Threshold Autoregressive* (1978)) كتقريبات لنماذج غير خطية في الزمن على شكل معادلات متفرقة، وكان الفضل في صياغتها لـ طونغ *Tong*في أواخر السبعينيات من القرن الماضي. وأخيرا نماذج المتوسطات المتحركة غير الخطية وغير المتناسقة .

أما في المبحث الثاني فتطرقنا إلى نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس تباينات الأخطاء ثم المفاهيم النظرية لنماذج *ARCH/GARCH* وأخيرا إلى التقدير والتنبؤ.

أما في المبحث الأخير درسنا فيه النماذج المتولدة أو المستحدثة عن الإنحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس تبـاين الأخطاء، و إمتـدادات نمـاذج *ARCH/GARCH* الخطيـة نمـاذج :*IGARCH*، *GARCH-M*، *ARMA-GARCH*ثم نماذج *ARCH/GARCH* غير المتناظرة وأخيرا نماذج *ARCH* و الذاكرة الطويلة.

أما الفصل الرابع والأخير فهو بمثابة صورة تطبيقية قياسية لمحاولة إستعمال النمذجة غير الخطية، فحاولنا من خلالها تطبيق الأدوات والأساليب الإحصائية والرياضية، للإجابة عن الإشكالية الأساسية لهذا البحث، وقد تطلب منا توفير شروط الإستقرارية للسلسلة الزمنية الشهرية لظاهرة الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر الممتدة من أكتوبر 1988 إلى مارس 2007، حيث كان من الواجب تطبيق طريقة الفروقات من الدرجة الأولى، لنحصل على السلسلة *DCNE*، وقد أثبتت لنا الإختبارات ديكي فولر المطور وفليبس بيرون إستقرارية هذه

السلسلة. وطبقنا أيضاً طريقة إدخال المعاملات الموسمية لإزالة المركبة الفصلية، لنحصل على السلسلة الجديدية $DCNESA_t$ التي أثبتت لنا الإختبارات الإحصائية السابقة إستقراريتها.

وحرصًا منا لإيجاد أحسن نموذج لقياس ظاهرة إستهلاك الكهرباء في الجزائر، وجَدنا أن تمثيل خطأ النموذج *ARMA(12.12)* بواسطة إستعمال النموذج*ARCH(1)* كان الأفضل للسلسلة $DCNESA_t$ ، الذي كان أفضل من النموذج المتحصل عليه بالنسبة للسلسلة $DCNE_t$ ، وفق عدة معايير ذكرناها سابقاً.

❖ **نتائج البحث:**

- ✓ إن أحسن نموذج يفسر ظاهرة الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر هو: *ARMA(12.12)* مع خطأ *ARCH(1)* ، هذا بالنسبة للسلسلة المترعة الفصلية $DCNESA_t$، الذي كان أفضل من النموذج المتحصل عليه بالنسبة للسلسلة $DCNE_t$.
- ✓ تأثير فعلي لعامل الفصلية على إستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر.
- ✓ إن الإستهلاك النهائي للطاقة سيرتفع سنة 2010 بـــ: 45.5 مليون طن م ن، وسيرتفع في سنة 2015 بـــ 57.3مليار طن م ن، بعدما كان سنة 2004 بـــ 34.1 مليار طن م ن.
- ✓ سوف يرتفع مستوى إنتاج الطاقة الأولية من 122 مليون ط.م.ن سنة 1996 إلى 161 مليون ط.م.ن سنة 2010 أي منا يعادل نمو سنوي متوسط يقدر بـــ 2 %.
- ✓ قدرت شركة " سونلغاز" أن يرتفع الطلب على الطاقة الكهربائية بنمو قدره 7% بطاقة إنتاجية لسنة 2009 بـــ: 43 ألف جيغاوات- ساعة، لسبب، أما عدد المشتركين لآفاق 2005-2009 فقدرته بـــ: 1250 ألف مشترك.
- ✓ ستقوم سونلغاز بإستثمار 7.1 مليار دولار في قطاع الكهرباء ضمن مخططها التنموي 2004–2009 تخـــصص 2.7 مليار دولار لشبكة التوزيع و 2.4 مليار للإنتاج و 2 مليار لشبكة النقل.
- ✓ إرتبطت الشبكة الجزائرية مع الشبكة التونسية منذ: 1952م و 1955م ، أصبحت شبكة الـــربط الجزائريـــة التونسية متكونة من أربعة خطوط، أما مع المغرب فترتبط الشبكتان بخطي ربط على التوتر 225 *KV*.

وكان من شأن تطوير الشبكات الجزائرية – التونسية- المغربية أن تحققت بعض الفوائد، التي من بينها:

النجدة الفورية، برمجة المبادلات، تنسيق برامج الصيانة ،تخفيض الإحتياطي.

- ✓ مشروع لإنتاج 2000 ميجاوات من الكهرباء منها 1200 ميجاوات موجهة للتصدير إلى أوروبا وذالك بإنجاز سلك كهربائي يمر في أعماق البحر نحو إسبانيا، هذا المشروع لقي قبول كل الشركات المعنية وسوف تنـــشئ شركة مختلطة للمشروع في بداية 2006.
- ✓ مشروع السوق الأورومغاربية للكهرباء سمحت عملية التحرير التي شرعت فيها المغرب سنة: 1994م و تونس في سنة: 1996م والجزائر في سنة: 2002 م من فتح أسواق الكهرباء على المنافسة مما يدعم مسألة ضمان التموين الدائم والمستمر ويحسن الخدمة العمومية، ويندرج مشروع 2000 ميجاوات في إطار التحولات التي

يعرفها قطاع الكهرباء لتلبية الاحتياجات الوطنية من الطاقة لكهربائية من جهة، وتثمين الغاز الطبيعي عن طريق تصدير الكهرباء من جهة ثانية ويتضمن هذا المشروع ثلاث مجموعات: مجموعة أولى تتشكل من محطات كهربائية بسعات 800 ميجاوات مخصصة للسوق الداخلي الجزائرية، مجموعة ثانية تتشكل من محطات كهربائية بسعات 1200 ميجاوات مخصصة للتصدير أما المجموعة الثالثة، تتشكل من ربط عبر مياه البحر المتوسط عن طريق خطوط كهربائية بسعات لاتقل عن 2000 ميجاوات بين الجزائر وإسبانيا للوصول إلى أسواق أوربا.

- ✓ تعمل الجزائر على ربط الغرب الجزائري مع الجنوب الإسباني وربط الشرق الجزائري مع الجنوب الإيطالي، ويعطي هذا الربط بعدا كبيرا للتضامن بين الشبكة الجزائرية والشبكات الأوربية لما سيعود به من فائدة للمستهلكين في أوُربا
- ✓ إختلاف نماذج *ARMA* عن نماذج *ARCH* ، والذي أظهر إمكانية تمثيل ظاهرة الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر، وإمكانية التنبؤ بواسطة النمذجة الغير خطية، والتي كانت أفضل من نتائج النمذجة الخطية بواسطة نماذج *ARMA*.
- ✓ بالإعتماد على النموذج *ARMA(12.12)*مع خطأ*ARCH(1)* يكون من التوقع أن يرتفع الإستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية في الجزائر لشهر أفريل بقيمة: 2614.413832، ثم يشهد تناقصًا في كل من ماي: 1631.904223، جوان: 2175.463285، جويلية: 2183.079108 (الوحدة: *KHW*) لكنه سرعان ما يرجع إلى الإرتفاع في شهر أوت: 2260.236254 من سنة 2007 وهذا راجع إلى التغيرات الموسمية لإستهلاك الكهرباء.

❖ **توصيات البحث:**

من خلال الدراسة التي قمنا بها الموضوع وتحقيق النتائج التي توقعناها يبقى إستهلاك الكهرباء في الجزائر، مرتبطا دائما بنمو النشاط الاقتصادي والاجتماعي، وبالمنتجات الطاقوية الأخرى وفي هذا الإطار نقترح التوصيات التالية:

- ✍ إتباع شركة سونلغاز الأساليب العلمية في عملية التنبؤ للحصول على نتائج علمية دقيقية قريبة للواقع الإقتصادي.
- ✍ على شركة سونلغاز وضع منهجية حسنة لتسيير وتوزيع التيار الكهربائي، وكهربة المناطق الريفية والمنعزلة وذلك بتوسيع شبكة الضغط المنخفض.
- ✍ ضرورة إعطاء الأهمية الكافية للدراسات القياسية والتنبؤية بما يخص مختلف الظواهر الإقتصادية بإنشاء مخابر خاصة، وأخذ نتائجها محمل جد، كي لا تبقي هذه الدراسات فقط حبر على الورق.

❖ آفاق البحث :

من خلال دراستنا لهذا الموضوع، نأمـــل أننا وفِقنا إلى حدٍ ما في إنجازه وذلك رغم الصُعوبات التي واجهتها، إلاّ أنها قد تكون مجرَّد محاولة قـــد تكون صائبـــة تحتاج إلى الإضافة، أو تكون خاطِئـــة تحتاج إلى التعديل، ورغم هذه الصعوبات فإن هذا الأمر سيفتح الباب واسعاً لي ولغيري للتعمق أكثر في هذا النوع في الدراسات في المستقبل، التي ستكون نقطة إنطلاق لبحوث ودراسات جديدة، نذكـــر مـــن بينهـــا:

- دراسة نمذجة الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية بنماذج الإنحدارية، بإدخال مُتغيرات مفسِّرة كالنمو السكاني، ومعدل النمو الإقتصادي، أسعار المنتجات الطاقوية.
- نمذجة ظاهرة الإستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية، وذلك بإستعمال الصيغ غير الخطية المـــستحدثة عـــن نمـــاذج الإنحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس تباينات الأخطاء، ومن بين هذه الصيغ مثلاً نماذج *ARCH* غير المتناظرة.

وفـــي الأخيـــر، يبقى هذا العمل محاولة لفتح المجال لبحوث أخرى في هذا الميدان، الذي يبقى فضاءًا واسعاً للبحث وإثراء المكتبة الجزائرية بها.

الملاحـــــق

الملحق الأول: جدول المعطيات

الجدول رقم (1-1): المعطيات الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر من 1988 إلى 2007

1988:10	1311.400	1993:08	1628.300
1988:11	1378.100	1993:09	1532.800
1988:12	1477.700	1993:10	1595.900
1989:01	1619.100	1993:11	1719.300
1989:02	1378.400	1993:12	2009.300
1989:03	1255.500	1994:01	1985.500
1989:04	1189.300	1994:02	1656.400
1989:05	1238.800	1994:03	1739.000
1989:06	1274.200	1994:04	1583.000
1989:07	1461.000	1994:05	1566.600
1989:08	1433.700	1994:06	1605.700
1989:09	1257.700	1994:07	1691.400
1989:10	1319.400	1994:08	1659.700
1989:11	1391.400	1994:09	1564.200
1989:12	1796.200	1994:10	1627.300
1990:01	1737.300	1994:11	1750.700
1990:02	1527.200	1994:12	2040.700
1990:03	1414.500	1995:01	1852.100
1990:04	1285.100	1995:02	1755.400
1990:05	1344.900	1995:03	1787.400
1990:06	1500.200	1995:04	1583.200
1990:07	1564.400	1995:05	1543.500
1990:08	1484.400	1995:06	1661.700
1990:09	1354.500	1995:07	1628.600
1990:10	1381.300	1995:08	1660.100
1990:11	1475.500	1995:09	1523.100
1990:12	1693.300	1995:10	1585.100
1991:01	1848.400	1995:11	1681.800
1991:02	1537.800	1995:12	1970.200
1991:03	1644.100	1996:01	1861.000
1991:04	1407.300	1996:02	1764.300
1991:05	1463.600	1996:03	1796.300
1991:06	1449.800	1996:04	1595.700
1991:07	1596.800	1996:05	1552.400
1991:08	1558.200	1996:06	1670.600
1991:09	1476.200	1996:07	1637.500
1991:10	1373.700	1996:08	1669.000
1991:11	1385.300	1996:09	1532.000
1991:12	1508.400	1996:10	1594.000
1992:01	1878.200	1996:11	1690.700

1992:02	1549.100	1996:12	1979.100
1992:03	1631.700	1997:01	2026.000
1992:04	1475.700	1997:02	1697.300
1992:05	1459.300	1997:03	1782.800
1992:06	1498.400	1997:04	1625.900
1992:07	1584.100	1997:05	1608.500
1992:08	1552.400	1997:06	1648.000
1992:09	1456.900	1997:07	1735.100
1992:10	1520.000	1997:08	1702.290
1992:11	1634.400	1997:09	1607.800
1992:12	1933.400	1997:10	1674.100
1993:01	1954.100	1997:11	1995.500
1993:02	1625.000	1997:12	2083.300
1993:03	1707.600	1998:01	2155.900
1993:04	1551.600	1998:02	1841.700
1993:05	1535.200	1998:03	1847.500
1993:06	1574.300	1998:04	1710.900
1993:07	1660.000	1998:05	1770.000
1998:06	1756.200	2003:04	2189.900
1998:07	1902.200	2003:05	2202.400
1998:08	1861.900	2003:06	2332.400
1998:09	1780.100	2003:07	2643.100
1998:10	1674.100	2003:08	2547.700
1998:11	1685.700	2003:09	2312.000
1998:12	1808.800	2003:10	2337.700
1999:01	2346.500	2003:11	2336.400
1999:02	2134.400	2003:12	2743.600
1999:03	2022.700	2004:01	2770.100
1999:04	1775.400	2004:02	2406.400
1999:05	1886.200	2004:03	2550.300
1999:06	1914.100	2004:04	2332.500
1999:07	2037.400	2004:05	2379.800
1999:08	2028.900	2004:06	2410.600
1999:09	1893.600	2004:07	2699.400
1999:10	1885.400	2004:08	2767.500
1999:11	2047.500	2004:09	2551.300
1999:12	2445.900	2004:10	2551.100
2000:01	2346.900	2004:11	2586.200
2000:02	2134.600	2004:12	2885.100
2000:03	2022.700	2005:01	2801.600
2000:04	1890.800	2005:02	2437.900
2000:05	1950.600	2005:03	2581.800
2000:06	2105.900	2005:04	2364.000

2000:07	2170.100	2005:05	2411.300
2000:08	2090.100	2005:06	2442.100
2000:09	1960.200	2005:07	2730.900
2000:10	1987.000	2005:08	2799.000
2000:11	2081.200	2005:09	2582.800
2000:12	2299.000	2005:10	2582.600
2001:01	2421.900	2005:11	2617.700
2001:02	2180.300	2005:12	2916.600
2001:03	2059.100	2006:01	2894.400
2001:04	1993.100	2006:02	2469.500
2001:05	2041.800	2006:03	2609.100
2001:06	2071.100	2006:04	2397.400
2001:07	2265.300	2006:05	2482.800
2001:08	2236.900	2006:06	2486.300
2001:09	2062.200	2006:07	2777.400
2001:10	2123.300	2006:08	2910.700
2001:11	2195.100	2006:09	2603.000
2001:12	2599.400	2006:10	2586.700
2002:01	2578.700	2006:11	2645.100
2002:02	2209.600	2006:12	2932.200
2002:03	2306.100	2007:01	2893.700
2002:04	2072.400	2007:02	2507.900
2002:05	2051.400	2007:03	2591.800
2002:06	2160.600	/	/
2002:07	2435.900	/	/
2002:08	2213.700	/	/
2002:09	2228.400	/	/
2002:10	2274.800	/	/
2002:11	2274.800	/	/
2002:12	2547.300	/	/
2003:01	2721.700	/	/
2003:02	2433.700	/	/
2003:03	2349.500	/	/

المصدر: الشركة الوطنية للكهرباء والغاز. **الوحدة**: *KHW*

الملحق الثاني: إختبارات الإستقرارية للسلسلة CNE_t

الجدول رقم (2-1): إختبار ديكي فولر البسيط للنموذج الثاني للسلسلة CNE_t

ADF Test Statistic	-2.902963	1% Critical Value*	-3.4613
		5% Critical Value	-2.8747
		10% Critical Value	-2.5737

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNE)
Method: Least Squares
Date: 05/18/08 Time: 22:29
Sample(adjusted): 1988:11 2007:03
Included observations: 221 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNE(-1)	-0.073973	0.025482	-2.902963	0.0041
C	150.2756	50.99938	2.946616	0.0036

R-squared	0.037054	Mean dependent var	5.793665
Adjusted R-squared	0.032657	S.D. dependent var	168.1989
S.E. of regression	165.4297	Akaike info criterion	13.06398
Sum squared resid	5993367.	Schwarz criterion	13.09473
Log likelihood	-1441.570	F-statistic	8.427191
Durbin-Watson stat	1.991137	Prob(F-statistic)	0.004075

الجدول رقم (2-2): إختبار ديكي فولر البسيط للنموذج الأول للسلسلة CNE_t

ADF Test Statistic	-0.123197	1% Critical Value*	-2.5749
		5% Critical Value	-1.9411
		10% Critical Value	-1.6164

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNE)
Method: Least Squares
Date: 05/18/08 Time: 22:30
Sample(adjusted): 1988:11 2007:03
Included observations: 221 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNE(-1)	-0.000697	0.005656	-0.123197	0.9021

R-squared	-0.001123	Mean dependent var	5.793665
Adjusted R-squared	-0.001123	S.D. dependent var	168.1989
S.E. of regression	168.2933	Akaike info criterion	13.09381
Sum squared resid	6230982.	Schwarz criterion	13.10918
Log likelihood	-1445.866	Durbin-Watson stat	2.060823

الجدول رقم (2-3):نتائج تقدير النموذج الرابع لإختبار ***ADF*** للسلسلة ***CNE***

ADF Test Statistic	5.184680	1% Critical Value*	-2.5754
		5% Critical Value	-1.9412
		10% Critical Value	-1.6165

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNE)
Method: Least Squares
Date: 05/18/08 Time: 22:47
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNE(-1)	0.021135	0.004076	5.184680	0.0000
D(CNE(-1))	-0.573983	0.070904	-8.095196	0.0000
D(CNE(-2))	-0.599218	0.075316	-7.956086	0.0000
D(CNE(-3))	-0.633456	0.078006	-8.120582	0.0000
D(CNE(-4))	-0.603496	0.080091	-7.535144	0.0000
D(CNE(-5))	-0.567988	0.081121	-7.001693	0.0000
D(CNE(-6))	-0.591407	0.082652	-7.155420	0.0000
D(CNE(-7))	-0.516924	0.083810	-6.167807	0.0000
D(CNE(-8))	-0.550068	0.080923	-6.797438	0.0000
D(CNE(-9))	-0.564891	0.078393	-7.205881	0.0000
D(CNE(-10))	-0.519578	0.076674	-6.776445	0.0000
D(CNE(-11))	-0.463976	0.074353	-6.240174	0.0000
D(CNE(-12))	0.277822	0.070810	3.923479	0.0001

R-squared	0.720660	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.703558	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	92.76324	Akaike info criterion	11.95816
Sum squared resid	1686584.	Schwarz criterion	12.16606
Log likelihood	-1236.628	Durbin-Watson stat	1.994339

الملحق الثالث: إختبارات الإستقرارية للسلسلة $DCNE_t$

الجدول رقم (3-1):إختبار فيليبس بيرون للنموذج الأول للسلسلة $DCNE_t$

PP Test Statistic	-18.46534	1% Critical Value*	-2.5749
		5% Critical Value	-1.9411
		10% Critical Value	-1.6164

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel: 5 (Newey-West suggests: 4)

Residual variance with no correction	28275.38
Residual variance with correction	8403.473

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 05/15/08 Time: 10:33
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-1.032017	0.067553	-15.27710	0.0000

R-squared	0.515904	Mean dependent var	0.078182
Adjusted R-squared	0.515904	S.D. dependent var	242.2300
S.E. of regression	168.5363	Akaike info criterion	13.09671
Sum squared resid	6220583.	Schwarz criterion	13.11214
Log likelihood	-1439.639	Durbin-Watson stat	2.013067

الجدول رقم (3-2):إختبار فيليبس بيرون للنموذج الثاني للسلسلة $DCNE_t$

PP Test Statistic	-18.54956	1% Critical Value*	-3.4615
		5% Critical Value	-2.8747
		10% Critical Value	-2.5737

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel: 5 (Newey-West suggests: 4)

Residual variance with no correction	28242.96
Residual variance with correction	8208.493

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 05/15/08 Time: 10:32
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-1.033112	0.067704	-15.25913	0.0000
C	5.696901	11.38817	0.500247	0.6174

R-squared	0.516459	Mean dependent var	0.078182
Adjusted R-squared	0.514241	S.D. dependent var	242.2300
S.E. of regression	168.8255	Akaike info criterion	13.10466
Sum squared resid	6213450.	Schwarz criterion	13.13551
Log likelihood	-1439.512	F-statistic	232.8411
Durbin-Watson stat	2.013655	Prob(F-statistic)	0.000000

الجدول رقم (3-3):إختبار فيليبس بيرون للنموذج الثالث للسلسلة $DCNE_t$

PP Test Statistic	-18.48679	1% Critical Value*	-4.0027
		5% Critical Value	-3.4313
		10% Critical Value	-3.1390

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel: 5 (Newey-West suggests: 4)
Residual variance with no correction 28242.80
Residual variance with correction 8204.221

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 05/15/08 Time: 10:30
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-1.033102	0.067861	-15.22387	0.0000
C	5.015495	23.05510	0.217544	0.8280
@TREND(1988:10)	0.006111	0.179639	0.034017	0.9729

R-squared	0.516462	Mean dependent var	0.078182
Adjusted R-squared	0.512005	S.D. dependent var	242.2300
S.E. of regression	169.2136	Akaike info criterion	13.11374
Sum squared resid	6213417.	Schwarz criterion	13.16002
Log likelihood	-1439.512	F-statistic	115.8877
Durbin-Watson stat	2.013681	Prob(F-statistic)	0.000000

الجدول رقم (3-4): تقدير النموذج الخامس لإختبار *ADF* للسلسلة $DCNE_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DCNE

ADF Test Statistic	-8.661865	1% Critical Value*	-3.4630
		5% Critical Value	-2.8754
		10% Critical Value	-2.5741

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 05/06/08 Time: 08:46
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-6.755036	0.779859	-8.661865	0.0000
D(DCNE(-1))	5.202025	0.724663	7.178547	0.0000
D(DCNE(-2))	4.623519	0.664741	6.955375	0.0000
D(DCNE(-3))	4.009461	0.601926	6.661058	0.0000
D(DCNE(-4))	3.422717	0.537043	6.373258	0.0000
D(DCNE(-5))	2.869790	0.471111	6.091532	0.0000
D(DCNE(-6))	2.291970	0.402444	5.695128	0.0000
D(DCNE(-7))	1.787458	0.331771	5.387621	0.0000
D(DCNE(-8))	1.247848	0.263145	4.742062	0.0000
D(DCNE(-9))	0.691381	0.196704	3.514835	0.0005
D(DCNE(-10))	0.178245	0.132417	1.346096	0.1798
D(DCNE(-11))	-0.281067	0.070362	-3.994598	0.0001
C	41.96199	8.046504	5.214935	0.0000

R-squared	0.865511	Mean dependent var	0.106220
Adjusted R-squared	0.857277	S.D. dependent var	245.3708
S.E. of regression	92.69783	Akaike info criterion	11.95675
Sum squared resid	1684206.	Schwarz criterion	12.16465
Log likelihood	-1236.480	F-statistic	105.1142
Durbin-Watson stat	1.996727	Prob(F-statistic)	0.000000

الجدول رقم (3-5): تقدير النموذج الرابع لإختبار *ADF* للسلسلة $DCNE_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on DCNE

ADF Test Statistic	-6.497599	1% Critical Value*	-2.5754
		5% Critical Value	-1.9412
		10% Critical Value	-1.6165

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DCNE)
Method: Least Squares
Date: 05/06/08 Time: 08:52
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNE(-1)	-4.299425	0.661694	-6.497599	0.0000
D(DCNE(-1))	2.922864	0.615270	4.750537	0.0000
D(DCNE(-2))	2.538048	0.565199	4.490542	0.0000
D(DCNE(-3))	2.128785	0.512974	4.149888	0.0000
D(DCNE(-4))	1.755541	0.459318	3.822057	0.0002
D(DCNE(-5))	1.420134	0.404857	3.507739	0.0006
D(DCNE(-6))	1.066402	0.347740	3.066664	0.0025
D(DCNE(-7))	0.791325	0.288739	2.740626	0.0067
D(DCNE(-8))	0.468635	0.230560	2.032597	0.0434
D(DCNE(-9))	0.117465	0.173538	0.676883	0.4993
D(DCNE(-10))	-0.194972	0.118587	-1.644133	0.1017
D(DCNE(-11))	-0.461554	0.065207	-7.078247	0.0000

R-squared	0.846850	Mean dependent var	0.106220
Adjusted R-squared	0.838299	S.D. dependent var	245.3708
S.E. of regression	98.66866	Akaike info criterion	12.07711
Sum squared resid	1917894.	Schwarz criterion	12.26902
Log likelihood	-1250.058	Durbin-Watson stat	2.103871

الجدول رقم (3-6): نتائج إختبار ***KPSS*** للنموذج الثالث للسلسلة $DCNE_t$

Null Hypothesis: DCNE is stationary
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 19 (Fixed using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.044537
Asymptotic critical values*:	1% level	0.216000
	5% level	0.146000
	10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	28162.86
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	3341.460

KPSS Test Equation
Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/19/08 Time: 22:28
Sample (adjusted): 1988M11 2007M03
Included observations: 221 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.915774	22.75736	0.259950	0.7951
@TREND(1988M10)	-0.001100	0.177754	-0.006189	0.9951

R-squared	0.000000	Mean dependent var	5.793665
Adjusted R-squared	-0.004566	S.D. dependent var	168.1989
S.E. of regression	168.5825	Akaike info criterion	13.10174
Sum squared resid	6223993.	Schwarz criterion	13.13249
Log likelihood	-1445.742	F-statistic	3.83E-05
Durbin-Watson stat	2.064576	Prob(F-statistic)	0.995068

الجدول رقم (3-7): نتائج إختبار ***KPSS*** للنموذج الثاني للسلسلة $DCNE_t$

Null Hypothesis: DCNE is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 19 (Fixed using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.044196
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	28162.87
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	3339.714

KPSS Test Equation
Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/19/08 Time: 22:30
Sample (adjusted): 1988M11 2007M03
Included observations: 221 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.793665	11.31428	0.512066	0.6091

R-squared	0.000000	Mean dependent var	5.793665
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	168.1989
S.E. of regression	168.1989	Akaike info criterion	13.09269
Sum squared resid	6223994.	Schwarz criterion	13.10806
Log likelihood	-1445.742	Durbin-Watson stat	2.064575

الملحق الرابع: تمييز وتقدير النماذج المعرفة للسلسلة $DCNE_t$

الشكل رقم(4-1): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $DCNE_t$

Date: 06/04/08 Time: 09:39
Sample: 1988:10 2007:03
Included observations: 221

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.033	-0.033	0.2451	0.001
		2	-0.209	-0.211	10.093	0.006
		3	-0.333	-0.365	35.220	0.000
		4	-0.158	-0.310	40.925	0.000
		5	0.162	-0.090	46.917	0.000
		6	0.155	-0.096	52.397	0.000
		7	0.154	0.043	57.838	0.000
		8	-0.174	-0.147	64.830	0.000
		9	-0.307	-0.327	86.762	0.000
		10	-0.146	-0.393	91.723	0.000
		11	0.035	-0.597	92.018	0.000
		12	0.729	0.253	217.42	0.000
		13	0.022	-0.046	217.53	0.000
		14	-0.168	0.018	224.22	0.000
		15	-0.257	0.172	240.03	0.000
		16	-0.207	-0.032	250.30	0.000
		17	0.184	0.118	258.48	0.000
		18	0.111	-0.031	261.47	0.000
		19	0.147	-0.015	266.72	0.000
		20	-0.146	0.048	271.92	0.000
		21	-0.251	0.073	287.48	0.000
		22	-0.169	-0.099	294.59	0.000
		23	0.031	-0.159	294.84	0.000
		24	0.655	0.135	402.04	0.000
		25	0.071	0.080	403.32	0.000
		26	-0.177	0.026	411.21	0.000
		27	-0.235	0.076	425.22	0.000
		28	-0.220	0.026	437.52	0.000
		29	0.169	0.007	444.89	0.000
		30	0.110	0.001	448.01	0.000

الجدول رقم (4-2): نتائج تقدير *AR(4)*

Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 10:23
Sample(adjusted): 1989:03 2007:03
Included observations: 217 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.229484	0.065091	-3.525593	0.0005
AR(2)	-0.291549	0.061257	-4.759436	0.0000
AR(3)	-0.404940	0.061454	-6.589356	0.0000
AR(4)	-0.312441	0.065923	-4.739479	0.0000

R-squared	0.252001	Mean dependent var	5.591705
Adjusted R-squared	0.241466	S.D. dependent var	168.4945
S.E. of regression	146.7484	Akaike info criterion	12.83358
Sum squared resid	4586976.	Schwarz criterion	12.89588
Log likelihood	-1388.443	Durbin-Watson stat	2.048094

Inverted AR Roots	.41+.74i	.41 -.74i	-.53 -.39i	-.53+.39i

الجدول رقم (4-3): نتائج تقدير *AR(9)*

Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 10:27
Sample(adjusted): 1989:08 2007:03
Included observations: 212 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.290817	0.066094	-4.400026	0.0000
AR(2)	-0.333279	0.068000	-4.901191	0.0000
AR(3)	-0.454429	0.067763	-6.706106	0.0000
AR(4)	-0.384743	0.069333	-5.549194	0.0000
AR(5)	-0.215276	0.073437	-2.931425	0.0038
AR(6)	-0.225431	0.071421	-3.156373	0.0018
AR(8)	-0.202570	0.065733	-3.081703	0.0023
AR(9)	-0.308245	0.064844	-4.753608	0.0000

R-squared	0.349972	Mean dependent var	5.333962
Adjusted R-squared	0.327667	S.D. dependent var	169.6804
S.E. of regression	139.1310	Akaike info criterion	12.74571
Sum squared resid	3948917.	Schwarz criterion	12.87238
Log likelihood	-1343.046	Durbin-Watson stat	2.231034

Inverted AR Roots	.72 -.44i	.72+.44i	.45+.83i	.45 -.83i
	-.19+.87i	-.19 -.87i	-.73+.49i	-.73 -.49i
	-.77			

الجدول رقم (4-4): نتائج تقدير *AR(12)*

Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 10:30
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 4 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.211957	0.949538	6.542086	0.0000
AR(1)	-0.553011	0.068682	-8.051717	0.0000
AR(2)	-0.578505	0.073050	-7.919330	0.0000
AR(3)	-0.614058	0.075838	-8.096966	0.0000
AR(4)	-0.586744	0.078180	-7.505037	0.0000
AR(5)	-0.552927	0.079383	-6.965281	0.0000
AR(6)	-0.577819	0.081053	-7.128901	0.0000
AR(7)	-0.504512	0.082323	-6.128471	0.0000
AR(8)	-0.539611	0.079680	-6.772227	0.0000
AR(9)	-0.556466	0.077393	-7.190098	0.0000
AR(10)	-0.513136	0.075880	-6.762446	0.0000
AR(11)	-0.459313	0.073749	-6.228030	0.0000
AR(12)	0.281067	0.070362	3.994598	0.0001

R-squared	0.721054	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.703976	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	92.69783	Akaike info criterion	11.95675
Sum squared resid	1684206.	Schwarz criterion	12.16465
Log likelihood	-1236.480	F-statistic	42.22045
Durbin-Watson stat	1.996727	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.85 -.49i	.85+.49i	.49+.86i	.49 -.86i
	.37	-.00+.98i	-.00 -.98i	-.47+.83i
	-.47 -.83i	-.85 -.49i	-.85+.49i	-.96

الجدول رقم (4–5): نتائج تقدير *ARMA(12,12)*

Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 10:35
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 24 iterations
Backcast: OFF (Roots of MA process too large)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.498797	1.098763	5.914651	0.0000
AR(1)	-0.501654	0.064099	-7.826240	0.0000
AR(2)	-0.495636	0.065549	-7.561329	0.0000
AR(3)	-0.494340	0.065217	-7.579976	0.0000
AR(4)	-0.515149	0.066141	-7.788695	0.0000
AR(5)	-0.428815	0.067671	-6.336757	0.0000
AR(6)	-0.550220	0.063788	-8.625818	0.0000
AR(7)	-0.485086	0.066619	-7.281449	0.0000
AR(8)	-0.463406	0.067421	-6.873279	0.0000
AR(9)	-0.468988	0.063242	-7.415782	0.0000
AR(10)	-0.553316	0.062806	-8.809961	0.0000
AR(11)	-0.449183	0.067894	-6.615932	0.0000
AR(12)	0.472346	0.066828	7.068077	0.0000
MA(6)	0.395223	0.070126	5.635868	0.0000
MA(10)	0.372417	0.053466	6.965548	0.0000
MA(12)	-0.590448	0.075461	-7.824511	0.0000

R-squared	0.792167	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.776014	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	80.63362	Akaike info criterion	11.69117
Sum squared resid	1254844.	Schwarz criterion	11.94705
Log likelihood	-1205.728	F-statistic	49.04204
Durbin-Watson stat	2.049879	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.86+.50i	.86 -.50i	.50+.86i	.50 -.86i
	.50	.00 -1.01i	.00+1.01i	-.51 -.84i
	-.51+.84i	-.87+.50i	-.87 -.50i	-.97
	Estimated AR process is nonstationary			
Inverted MA Roots	.87 -.46i	.87+.46i	.86	.51+.80i
	.51 -.80i	.00+1.03i	-.00 -1.03i	-.51+.80i
	-.51 -.80i	-.86	-.87 -.46i	-.87+.46i
	Estimated MA process is noninvertible			

الجدول رقم (4–6): نتائج تقدير *AR(12), MA(12)*

Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 10:39
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 10 iterations
Backcast: 1988:11 1989:10

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(12)	1.018727	0.009480	107.4615	0.0000
MA(12)	-0.916866	0.018903	-48.50403	0.0000

R-squared	0.712332	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.710942	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	91.60061	Akaike info criterion	11.88228
Sum squared resid	1736869.	Schwarz criterion	11.91426
Log likelihood	-1239.698	Durbin-Watson stat	2.560792

Inverted AR Roots	1.00	.87 -.50i	.87+.50i	.50 -.87i
	.50+.87i	.00 -1.00i	-.00+1.00i	-.50+.87i
	-.50 -.87i	-.87+.50i	-.87 -.50i	-1.00
	Estimated AR process is nonstationary			
Inverted MA Roots	.99	.86+.50i	.86 -.50i	.50+.86i
	.50 -.86i	.00+.99i	-.00 -.99i	-.50+.86i
	-.50 -.86i	-.86+.50i	-.86 -.50i	-.99

الجدول رقم (4-7): نتائج تقدير ***MA(5)***

Dependent Variable: DCNE
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 10:39
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 10 iterations
Backcast: 1988:11 1989:10

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(12)	1.018727	0.009480	107.4615	0.0000
MA(12)	-0.916866	0.018903	-48.50403	0.0000

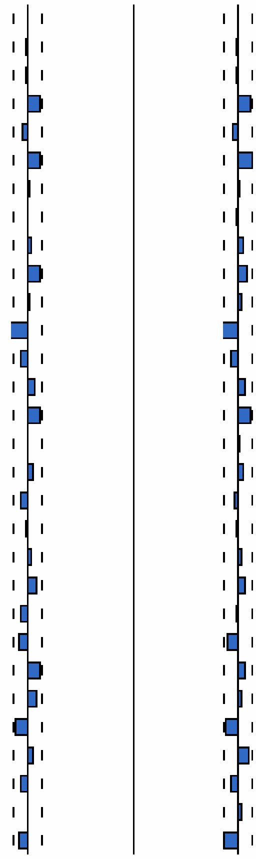
R-squared	0.712332	Mean dependent var	6.088038
Adjusted R-squared	0.710942	S.D. dependent var	170.3751
S.E. of regression	91.60061	Akaike info criterion	11.88228
Sum squared resid	1736869.	Schwarz criterion	11.91426
Log likelihood	-1239.698	Durbin-Watson stat	2.560792

Inverted AR Roots	1.00	.87 -.50i	.87+.50i	.50 -.87i
	.50+.87i	.00 -1.00i	-.00+1.00i	-.50+.87i
	-.50 -.87i	-.87+.50i	-.87 -.50i	-1.00
	Estimated AR process is nonstationary			
Inverted MA Roots	.99	.86+.50i	.86 -.50i	.50+.86i
	.50 -.86i	.00+.99i	-.00 -.99i	-.50+.86i
	-.50 -.86i	-.86+.50i	-.86 -.50i	-.99

الشكل رقم (4-2): دالة الإرتباط الذاتي للبواقي للسلسلة $DCNE_t$

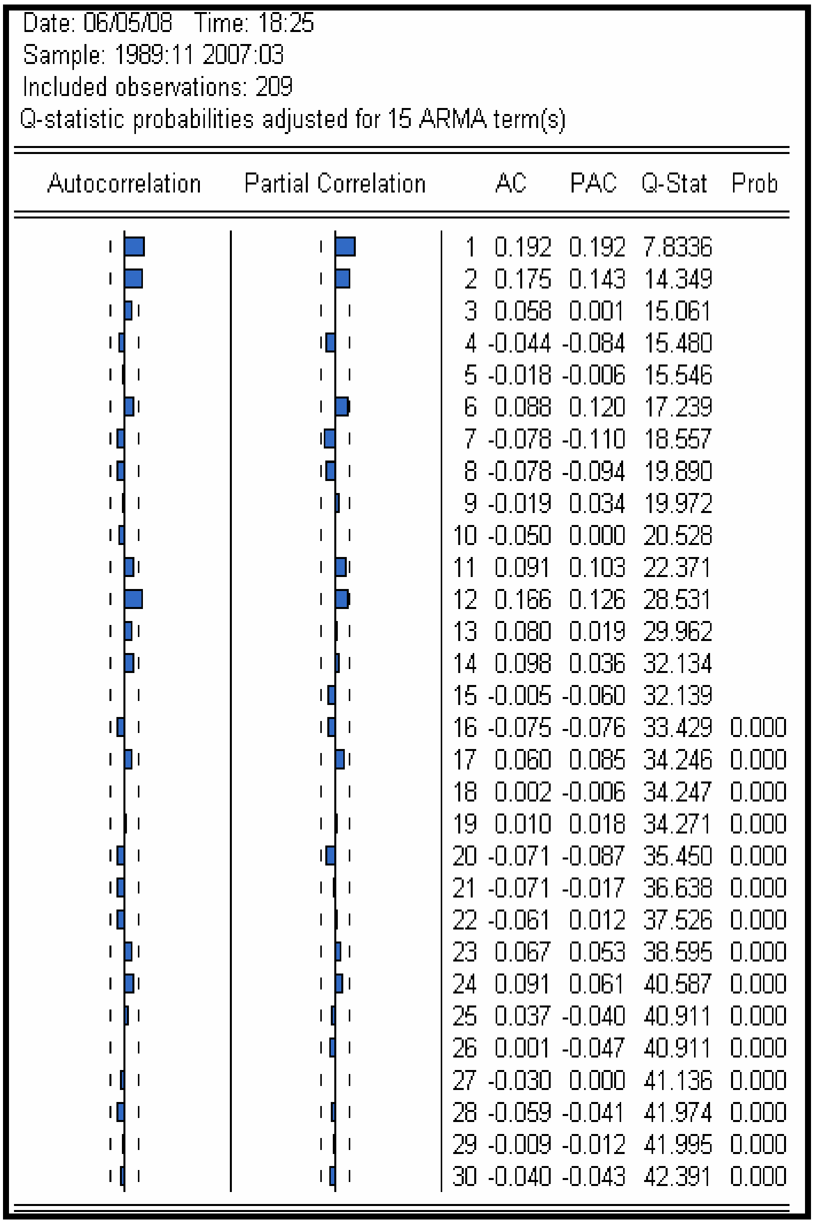
Date: 06/05/08 Time: 18:03
Sample: 1988:10 2007:03
Included observations: 209

Autocorrelation | Partial Correlation



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.002	0.002	0.0007	0.978
2	-0.012	-0.012	0.0322	0.984
3	-0.016	-0.016	0.0876	0.993
4	0.119	0.119	3.1388	0.535
5	-0.042	-0.043	3.5123	0.622
6	0.130	0.135	7.1794	0.305
7	0.015	0.015	7.2288	0.405
8	0.000	-0.011	7.2288	0.512
9	0.034	0.051	7.4819	0.587
10	0.116	0.085	10.474	0.400
11	0.019	0.027	10.551	0.482
12	-0.213	-0.232	20.705	0.055
13	-0.068	-0.080	21.736	0.060
14	0.078	0.060	23.113	0.058
15	0.124	0.122	26.620	0.032
16	-0.004	0.022	26.624	0.046
17	0.054	0.046	27.291	0.054
18	-0.069	-0.036	28.388	0.056
19	-0.013	-0.019	28.429	0.076
20	0.039	0.025	28.781	0.092
21	0.092	0.071	30.776	0.077
22	-0.076	-0.019	32.127	0.075
23	-0.095	-0.113	34.246	0.062
24	0.124	0.065	37.892	0.036
25	0.084	0.026	39.577	0.032
26	-0.128	-0.116	43.544	0.017
27	0.045	0.109	44.028	0.021
28	-0.067	-0.068	45.114	0.021
29	0.001	0.035	45.114	0.029
30	-0.082	-0.139	46.780	0.026

الشكل رقم(4-3): دلة الإرتباط الذاتي لمربعات البواقي للسلسلة $DCNE_t$



Date: 06/05/08 Time: 18:25
Sample: 1989:11 2007:03
Included observations: 209
Q-statistic probabilities adjusted for 15 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.192	0.192	7.8336	
		2	0.175	0.143	14.349	
		3	0.058	0.001	15.061	
		4	-0.044	-0.084	15.480	
		5	-0.018	-0.006	15.546	
		6	0.088	0.120	17.239	
		7	-0.078	-0.110	18.557	
		8	-0.078	-0.094	19.890	
		9	-0.019	0.034	19.972	
		10	-0.050	0.000	20.528	
		11	0.091	0.103	22.371	
		12	0.166	0.126	28.531	
		13	0.080	0.019	29.962	
		14	0.098	0.036	32.134	
		15	-0.005	-0.060	32.139	
		16	-0.075	-0.076	33.429	0.000
		17	0.060	0.085	34.246	0.000
		18	0.002	-0.006	34.247	0.000
		19	0.010	0.018	34.271	0.000
		20	-0.071	-0.087	35.450	0.000
		21	-0.071	-0.017	36.638	0.000
		22	-0.061	0.012	37.526	0.000
		23	0.067	0.053	38.595	0.000
		24	0.091	0.061	40.587	0.000
		25	0.037	-0.040	40.911	0.000
		26	0.001	-0.047	40.911	0.000
		27	-0.030	0.000	41.136	0.000
		28	-0.059	-0.041	41.974	0.000
		29	-0.009	-0.012	41.995	0.000
		30	-0.040	-0.043	42.391	0.000

الملحق الخامس: إختبارات الإستقرارية للسلسلة $DCNESA_t$

الجدول رقم (5-1): نتائج إختبار *ADF* للنموذج الرابع للسلسلة $CNESA_t$

ADF Test Statistic	-0.697265	1% Critical Value*	-3.4620
		5% Critical Value	-2.8750
		10% Critical Value	-2.5739

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNESA)
Method: Least Squares
Date: 06/04/08 Time: 10:19
Sample(adjusted): 1989:04 2007:03
Included observations: 216 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNESA(-1)	-0.009475	0.013589	-0.697265	0.4864
D(CNESA(-1))	-0.410681	0.068326	-6.010578	0.0000
D(CNESA(-2))	-0.339715	0.073850	-4.600057	0.0000
D(CNESA(-3))	-0.315826	0.074953	-4.213659	0.0000
D(CNESA(-4))	-0.144231	0.073246	-1.969121	0.0503
D(CNESA(-5))	-0.164377	0.067668	-2.429161	0.0160
C	32.90312	27.06222	1.215832	0.2254

R-squared	0.197789	Mean dependent var	6.186574
Adjusted R-squared	0.174759	S.D. dependent var	88.21933
S.E. of regression	80.14091	Akaike info criterion	11.63732
Sum squared resid	1342316.	Schwarz criterion	11.74670
Log likelihood	-1249.831	F-statistic	8.588312
Durbin-Watson stat	2.013504	Prob(F-statistic)	0.000000

الجدول رقم (5-2): نتائج إختبار *ADF* للنموذج الخامس للسلسلة $CNESA_t$

ADF Test Statistic	2.358494	1% Critical Value*	-2.5751
		5% Critical Value	-1.9411
		10% Critical Value	-1.6164

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CNESA)
Method: Least Squares
Date: 06/04/08 Time: 10:21
Sample(adjusted): 1989:04 2007:03
Included observations: 216 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CNESA(-1)	0.006684	0.002834	2.358494	0.0193
D(CNESA(-1))	-0.420739	0.067901	-6.196383	0.0000
D(CNESA(-2))	-0.347748	0.073638	-4.722403	0.0000
D(CNESA(-3))	-0.321757	0.074879	-4.297014	0.0000
D(CNESA(-4))	-0.149074	0.073221	-2.035941	0.0430
D(CNESA(-5))	-0.168110	0.067675	-2.484065	0.0138

R-squared	0.192115	Mean dependent var	6.186574
Adjusted R-squared	0.172879	S.D. dependent var	88.21933
S.E. of regression	80.23211	Akaike info criterion	11.63511
Sum squared resid	1351810.	Schwarz criterion	11.72887
Log likelihood	-1250.592	Durbin-Watson stat	2.012146

الجدول رقم (5-3): نتائج إختبار **KPSS** للنموذج الثالث للسلسلة $DCNESA_t$

Null Hypothesis: DCNESA is stationary
Exogenous: Constant, Linear Trend
Bandwidth: 19 (Fixed using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.077679
Asymptotic critical values*:	1% level	0.216000
	5% level	0.146000
	10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	7860.825
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	886.4541

KPSS Test Equation
Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/18/08 Time: 08:03
Sample (adjusted): 1988M11 2007M03
Included observations: 221 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.136840	12.02313	0.344073	0.7311
@TREND(1988M10)	0.009599	0.093911	0.102217	0.9187

R-squared	0.000048	Mean dependent var	5.202356
Adjusted R-squared	-0.004518	S.D. dependent var	88.86469
S.E. of regression	89.06522	Akaike info criterion	11.82562
Sum squared resid	1737242.	Schwarz criterion	11.85638
Log likelihood	-1304.731	F-statistic	0.010448
Durbin-Watson stat	2.568325	Prob(F-statistic)	0.918678

الجدول رقم (5-4): نتائج إختبار **KPSS** للنموذج الثاني للسلسلة $DCNESA_t$

Null Hypothesis: DCNESA is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 19 (Fixed using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.094581
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	7861.200
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	897.1589

KPSS Test Equation
Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/18/08 Time: 08:08
Sample (adjusted): 1988M11 2007M03
Included observations: 221 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.202356	5.977686	0.870296	0.3851

R-squared	0.000000	Mean dependent var	5.202356
Adjusted R-squared	-0.000000	S.D. dependent var	88.86469
S.E. of regression	88.86469	Akaike info criterion	11.81662
Sum squared resid	1737325.	Schwarz criterion	11.83200
Log likelihood	-1304.737	Durbin-Watson stat	2.568204

الجدول رقم (5-5): نتائج إختبار فيليبس و بيرون للنموذج السادس للسلسلة $DCNESA_t$

PP Test Statistic	-23.74381	1% Critical Value*	-4.0027
		5% Critical Value	-3.4313
		10% Critical Value	-3.1390

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel: 5 (Newey-West suggests: 4)
Residual variance with no correction 7251.920
Residual variance with correction 3198.593

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DCNESA)
Method: Least Squares
Date: 06/04/08 Time: 10:35
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNESA(-1)	-1.285665	0.065114	-19.74493	0.0000
C	5.786107	11.68429	0.495204	0.6210
@TREND(1988:10)	0.008188	0.091027	0.089947	0.9284

R-squared	0.642425	Mean dependent var	0.341878
Adjusted R-squared	0.639129	S.D. dependent var	142.7355
S.E. of regression	85.74484	Akaike info criterion	11.75417
Sum squared resid	1595422.	Schwarz criterion	11.80045
Log likelihood	-1289.959	F-statistic	194.9325
Durbin-Watson stat	2.102066	Prob(F-statistic)	0.000000

الجدول رقم (6-5): نتائج إختبار فيليبس و بيرون للنموذج الخامس للسلسلة $DCNESA_t$

PP Test Statistic	-23.81072	1% Critical Value*	-3.4615
		5% Critical Value	-2.8747
		10% Critical Value	-2.5737

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel: 5 (Newey-West suggests: 4)
Residual variance with no correction 7252.191
Residual variance with correction 3199.002

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DCNESA)
Method: Least Squares
Date: 06/04/08 Time: 10:37
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNESA(-1)	-1.285654	0.064965	-19.78987	0.0000
C	6.698974	5.776687	1.159657	0.2475

R-squared	0.642411	Mean dependent var	0.341878
Adjusted R-squared	0.640771	S.D. dependent var	142.7355
S.E. of regression	85.54954	Akaike info criterion	11.74512
Sum squared resid	1595482.	Schwarz criterion	11.77597
Log likelihood	-1289.963	F-statistic	391.6389
Durbin-Watson stat	2.102008	Prob(F-statistic)	0.000000

الجدول رقم (5-7): نتائج إختبار فيليبس و بيرون للنموذج الرابع للسلسلة $DCNESA_t$

PP Test Statistic	-23.17662	1% Critical Value*	-2.5749
		5% Critical Value	-1.9411
		10% Critical Value	-1.6164

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Lag truncation for Bartlett kernel: 5	(Newey-West suggests: 4)	
Residual variance with no correction		7296.928
Residual variance with correction		3486.182

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(DCNESA)
Method: Least Squares
Date: 06/04/08 Time: 10:38
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints

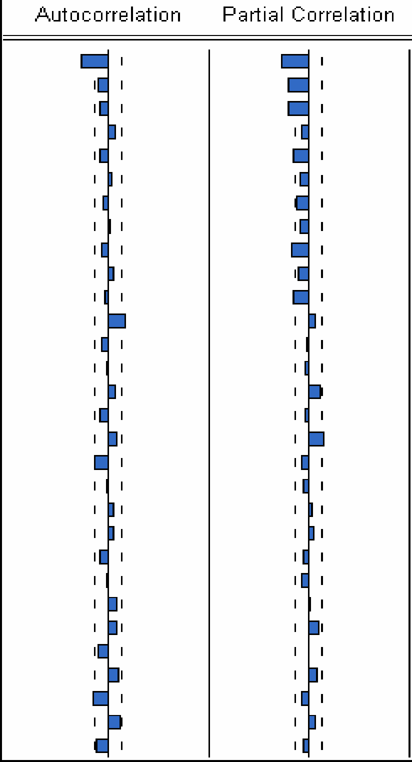
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DCNESA(-1)	-1.281464	0.064916	-19.74042	0.0000

R-squared	0.640205	Mean dependent var	0.341878
Adjusted R-squared	0.640205	S.D. dependent var	142.7355
S.E. of regression	85.61686	Akaike info criterion	11.74218
Sum squared resid	1605324.	Schwarz criterion	11.75760
Log likelihood	-1290.639	Durbin-Watson stat	2.095756

الملحق السادس: تمييز وتقدير النماذج المعرفة للسلسلة $DCNESA_t$

الشكل رقم(6-1): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $DCNESA_t$

Date: 05/16/08 Time: 23:49
Sample: 1988:10 2007:03
Included observations: 221



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.285	-0.285	18.212	0.000
2	-0.111	-0.209	20.975	0.000
3	-0.095	-0.220	23.032	0.000
4	0.072	-0.071	24.212	0.000
5	-0.085	-0.159	25.857	0.000
6	0.032	-0.083	26.096	0.000
7	-0.041	-0.118	26.492	0.000
8	0.018	-0.092	26.571	0.001
9	-0.076	-0.168	27.926	0.001
10	0.055	-0.102	28.627	0.001
11	-0.040	-0.153	29.007	0.002
12	0.172	0.064	35.958	0.000
13	-0.074	-0.023	37.241	0.000
14	-0.012	-0.025	37.275	0.001
15	0.079	0.122	38.754	0.001
16	-0.085	-0.039	40.486	0.001
17	0.085	0.152	42.228	0.001
18	-0.136	-0.066	46.720	0.000
19	-0.009	-0.045	46.740	0.000
20	0.051	0.035	47.381	0.001
21	0.046	0.053	47.903	0.001
22	-0.092	-0.044	49.989	0.001
23	-0.015	-0.070	50.042	0.001
24	0.083	0.014	51.784	0.001
25	0.092	0.104	53.928	0.001
26	-0.109	-0.004	56.945	0.000
27	0.109	0.096	59.967	0.000
28	-0.160	-0.070	66.527	0.000
29	0.120	0.071	70.227	0.000
30	-0.121	-0.042	74.025	0.000

الجدول رقم (6-2): نتائج تقدير $AR(1)$

Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 23:40
Sample(adjusted): 1988:12 2007:03
Included observations: 220 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.281464	0.064916	-4.335841	0.0000

R-squared	0.075796	Mean dependent var	5.286518
Adjusted R-squared	0.075796	S.D. dependent var	89.05852
S.E. of regression	85.61686	Akaike info criterion	11.74218
Sum squared resid	1605324.	Schwarz criterion	11.75760
Log likelihood	-1290.639	Durbin-Watson stat	2.095756
Inverted AR Roots	-.28		

الجدول رقم (3-6): نتائج تقدير *AR(11)*

Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 22:38
Sample(adjusted): 1989:10 2007:03
Included observations: 210 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 4 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.118660	1.006329	6.080181	0.0000
AR(1)	-0.520809	0.069864	-7.454564	0.0000
AR(2)	-0.504582	0.078227	-6.450269	0.0000
AR(3)	-0.525073	0.083660	-6.276253	0.0000
AR(4)	-0.395607	0.088866	-4.451725	0.0000
AR(5)	-0.451071	0.090020	-5.010799	0.0000
AR(6)	-0.401684	0.092143	-4.359348	0.0000
AR(7)	-0.389969	0.090849	-4.292509	0.0000
AR(8)	-0.351807	0.090319	-3.895178	0.0001
AR(9)	-0.347364	0.085861	-4.045665	0.0001
AR(10)	-0.226861	0.079809	-2.842556	0.0049
AR(11)	-0.184683	0.070950	-2.602993	0.0099

R-squared	0.287206	Mean dependent var	5.665101
Adjusted R-squared	0.247606	S.D. dependent var	89.03170
S.E. of regression	77.22668	Akaike info criterion	11.58681
Sum squared resid	1180864.	Schwarz criterion	11.77808
Log likelihood	-1204.615	F-statistic	7.252723
Durbin-Watson stat	1.979777	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.80+.46i	.80 -.46i	.43 -.76i	.43+.76i
	.01 -.84i	.01+.84i	-.36 -.73i	-.36+.73i
	-.70+.43i	-.70 -.43i	-.89	

الجدول رقم (4-6): نتائج تقدير *ARMA(11,6)*

Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 22:41
Sample(adjusted): 1989:10 2007:03
Included observations: 210 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 16 iterations
Backcast: 1989:04 1989:09

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.084202	1.271328	4.785705	0.0000
AR(1)	-0.481669	0.070183	-6.863005	0.0000
AR(2)	-0.500579	0.075725	-6.610508	0.0000
AR(3)	-0.507712	0.078623	-6.457519	0.0000
AR(4)	-0.331275	0.082510	-4.014960	0.0001
AR(5)	-0.161958	0.082193	-1.970456	0.0502
AR(6)	-0.850006	0.076818	-11.06513	0.0000
AR(7)	-0.487994	0.083464	-5.846734	0.0000
AR(8)	-0.433963	0.086366	-5.024707	0.0000
AR(9)	-0.493550	0.082863	-5.956235	0.0000
AR(10)	-0.239764	0.079888	-3.001255	0.0030
AR(11)	-0.283061	0.074207	-3.814463	0.0002
MA(5)	-0.286371	0.060138	-4.761876	0.0000
MA(6)	0.729621	0.069258	10.53482	0.0000

R-squared	0.350609	Mean dependent var	5.665101
Adjusted R-squared	0.307537	S.D. dependent var	89.03170
S.E. of regression	74.08716	Akaike info criterion	11.51270
Sum squared resid	1075826.	Schwarz criterion	11.73584
Log likelihood	-1194.834	F-statistic	8.140092
Durbin-Watson stat	1.971850	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.86 -.48i	.86+.48i	.41+.71i	.41 -.71i
	.04 -.98i	.04+.98i	-.28+.68i	-.28 -.68i
	-.83	-.85+.53i	-.85 -.53i	
	Estimated AR process is nonstationary			
Inverted MA Roots	.79+.42i	.79 -.42i	.06 -.95i	.06+.95i
	-.85+.52i	-.85 -.52i		

الجدول رقم (6-5): نتائج تقدير ***ARMA(11,12)***

Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/17/08 Time: 00:00
Sample(adjusted): 1989:10 2007:03
Included observations: 210 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 30 iterations
Backcast: 1988:10 1989:09

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.032532	1.268967	4.753892	0.0000
AR(1)	-0.393780	0.065331	-6.027428	0.0000
AR(2)	-0.470001	0.065272	-7.200616	0.0000
AR(3)	-0.384305	0.061504	-6.248456	0.0000
AR(4)	-0.311807	0.058593	-5.321608	0.0000
AR(6)	-0.643715	0.067181	-9.581809	0.0000
AR(7)	-0.314311	0.065462	-4.801397	0.0000
AR(8)	-0.342078	0.060429	-5.660861	0.0000
AR(11)	0.151196	0.059515	2.540452	0.0118
MA(5)	-0.436534	0.035777	-12.20169	0.0000
MA(6)	0.625498	0.063115	9.910386	0.0000
MA(9)	-0.331859	0.047875	-6.931797	0.0000
MA(11)	-0.279558	0.032026	-8.729085	0.0000
MA(12)	0.351387	0.051619	6.807267	0.0000

R-squared	0.364536	Mean dependent var	5.665101
Adjusted R-squared	0.322388	S.D. dependent var	89.03170
S.E. of regression	73.28841	Akaike info criterion	11.49102
Sum squared resid	1052753.	Schwarz criterion	11.71416
Log likelihood	-1192.557	F-statistic	8.648923
Durbin-Watson stat	2.052655	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.78+.54i	.78 -.54i	.57	.19 -.92i
	.19+.92i	-.05 -.79i	-.05+.79i	-.55+.55i
	-.55 -.55i	-.85 -.42i	-.85+.42i	
Inverted MA Roots	.79+.14i	.79 -.14i	.74+.57i	.74 -.57i
	.20 -.97i	.20+.97i	-.12 -.85i	-.12+.85i
	-.69+.63i	-.69 -.63i	-.92+.39i	-.92 -.39i

الجدول رقم (6-6): نتائج تقدير *ARMA(12,12)*

Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 22:51
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 21 iterations
Backcast: 1988:11 1989:10

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.056486	1.113764	5.437853	0.0000
AR(1)	-0.464019	0.070725	-6.560936	0.0000
AR(2)	-0.452071	0.075772	-5.966172	0.0000
AR(3)	-0.517399	0.081859	-6.320648	0.0000
AR(4)	-0.303185	0.085971	-3.526585	0.0005
AR(5)	0.231514	0.085625	2.703810	0.0075
AR(6)	-0.991496	0.083164	-11.92224	0.0000
AR(7)	-0.446274	0.084274	-5.295477	0.0000
AR(8)	-0.414906	0.088312	-4.698177	0.0000
AR(9)	-0.437945	0.090738	-4.826499	0.0000
AR(10)	-0.190614	0.085826	-2.220929	0.0275
AR(11)	0.274184	0.082601	3.319399	0.0011
AR(12)	-0.169011	0.075657	-2.233918	0.0266
MA(5)	-0.706931	0.014035	-50.36980	0.0000
MA(6)	1.011231	0.024460	41.34229	0.0000
MA(9)	-0.120509	0.009503	-12.68088	0.0000
MA(11)	-0.526193	0.020658	-25.47183	0.0000
MA(12)	0.429469	0.018267	23.51120	0.0000

R-squared	0.392765	Mean dependent var	5.462778
Adjusted R-squared	0.338718	S.D. dependent var	89.19705
S.E. of regression	72.53437	Akaike info criterion	11.48819
Sum squared resid	1004896.	Schwarz criterion	11.77604
Log likelihood	-1182.515	F-statistic	7.267093
Durbin-Watson stat	1.979522	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.84 -.50i	.84+.50i	.39+.32i	.39 -.32i
	.22+.93i	.22 -.93i	-.03+.95i	-.03 -.95i
	-.79+.55i	-.79 -.55i	-.85+.41i	-.85 -.41i
Inverted MA Roots	.77+.51i	.77 -.51i	.76 -.16i	.76+.16i
	.20+.98i	.20 -.98i	-.05 -.92i	-.05+.92i
	-.79 -.61i	-.79+.61i	-.89 -.44i	-.89+.44i

الجدول رقم (6–7): نتائج تقدير *ARMA(10,12)*

Dependent Variable: DCNESA
Method: Least Squares
Date: 05/16/08 Time: 22:58
Sample(adjusted): 1989:09 2007:03
Included observations: 211 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 19 iterations
Backcast: 1988:09 1989:08

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.092574	1.156494	5.268143	0.0000
AR(1)	-0.456559	0.070597	-6.467104	0.0000
AR(2)	-0.523564	0.062350	-8.397242	0.0000
AR(3)	-0.528801	0.067032	-7.888776	0.0000
AR(4)	-0.302218	0.073503	-4.111632	0.0001
AR(5)	-0.106067	0.053604	-1.978697	0.0493
AR(6)	-0.749080	0.068085	-11.00213	0.0000
AR(7)	-0.424970	0.077841	-5.459452	0.0000
AR(8)	-0.487963	0.076201	-6.403594	0.0000
AR(9)	-0.667860	0.068518	-9.747256	0.0000
AR(10)	-0.289397	0.073597	-3.932209	0.0001
MA(5)	-0.394067	0.032366	-12.17527	0.0000
MA(6)	0.700635	0.082180	8.525565	0.0000
MA(9)	0.288653	0.060438	4.775976	0.0000
MA(11)	-0.497462	0.037065	-13.42144	0.0000
MA(12)	0.188512	0.071660	2.630643	0.0092

R-squared	0.383545	Mean dependent var	5.496186
Adjusted R-squared	0.336126	S.D. dependent var	88.85335
S.E. of regression	72.39636	Akaike info criterion	11.47499
Sum squared resid	1022040.	Schwarz criterion	11.72916
Log likelihood	-1194.611	F-statistic	8.088332
Durbin-Watson stat	1.950625	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.86 -.48i	.86+.48i	.35 -.87i	.35+.87i
	-.07 -.97i	-.07+.97i	-.60+.22i	-.60 -.22i
	-.78 -.52i	-.78+.52i		
Inverted MA Roots	.83 -.44i	.83+.44i	.69	.43
	.32+.87i	.32 -.87i	-.08+.99i	-.08 -.99i
	-.77 -.63i	-.77+.63i	-.85 -.35i	-.85+.35i

الشكل رقم(6-8): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة للبواقي

Date: 05/17/08 Time: 00:29
Sample: 1989:11 2007:03
Included observations: 209
Q-statistic probabilities adjusted for 17 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.010	0.010	0.0195	
		2	-0.033	-0.033	0.2549	
		3	0.046	0.046	0.7025	
		4	-0.010	-0.012	0.7226	
		5	-0.032	-0.029	0.9461	
		6	0.066	0.064	1.9001	
		7	-0.011	-0.014	1.9276	
		8	0.039	0.047	2.2587	
		9	-0.001	-0.009	2.2587	
		10	0.025	0.030	2.4008	
		11	-0.045	-0.046	2.8427	
		12	0.061	0.061	3.6749	
		13	-0.030	-0.034	3.8713	
		14	0.043	0.048	4.2886	
		15	0.019	0.012	4.3746	
		16	-0.052	-0.054	4.9999	
		17	0.085	0.096	6.6405	
		18	0.043	0.021	7.0669	0.008
		19	-0.022	0.002	7.1767	0.028
		20	0.013	-0.006	7.2157	0.065
		21	0.069	0.072	8.3423	0.080
		22	-0.078	-0.080	9.7689	0.082
		23	0.018	0.025	9.8468	0.131
		24	0.054	0.035	10.532	0.160
		25	0.061	0.072	11.432	0.178
		26	-0.024	-0.029	11.575	0.238
		27	0.040	0.023	11.955	0.288
		28	-0.058	-0.043	12.762	0.309
		29	0.030	0.021	12.987	0.370
		30	-0.085	-0.087	14.781	0.321

الملحق السابع: نتائج تقدير النموذج *ARMA(12,12)* مع أخطاء *ARCH*

الجدول رقم(7−1): نتائج تقدير النموذج *ARMA(12,12)* مع أخطاء *ARCH*

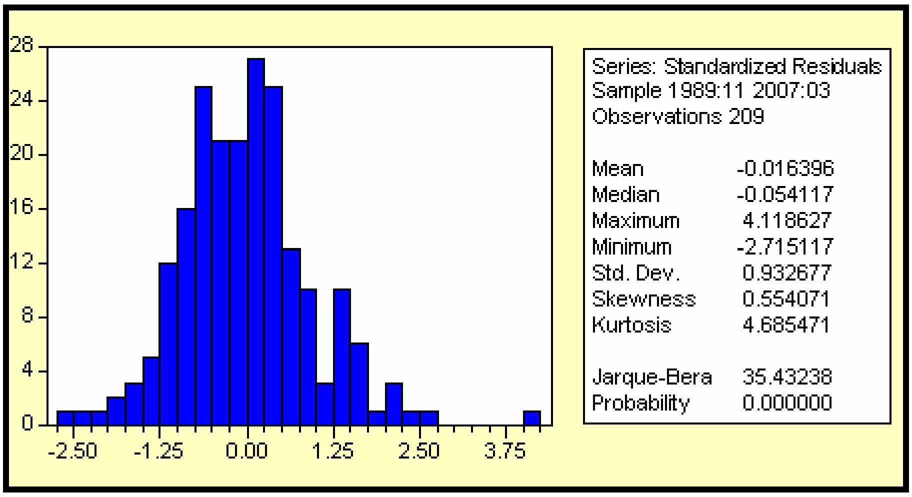
Dependent Variable: DCNESA
Method: ML - ARCH (Marquardt)
Date: 06/04/08 Time: 09:53
Sample(adjusted): 1989:11 2007:03
Included observations: 209 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 58 iterations
MA backcast: 1988:11 1989:10, Variance backcast: ON

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	4.605872	2.228526	2.066780	0.0388
AR(1)	-0.425824	0.071091	-5.989829	0.0000
AR(2)	-0.315451	0.087067	-3.623091	0.0003
AR(3)	-0.357160	0.075250	-4.746290	0.0000
AR(4)	-0.226346	0.067165	-3.370002	0.0008
AR(5)	-0.295880	0.056070	-5.276989	0.0000
AR(6)	-0.857593	0.076403	-11.22464	0.0000
AR(7)	-0.364170	0.080247	-4.538136	0.0000
AR(8)	-0.298848	0.067531	-4.425328	0.0000
AR(9)	-0.335636	0.068417	-4.905771	0.0000
AR(10)	0.272199	0.063250	4.303506	0.0000
AR(12)	-0.322908	0.071114	-4.540746	0.0000
MA(6)	0.780226	0.054481	14.32110	0.0000
MA(10)	-0.398414	0.042627	-9.346408	0.0000
MA(12)	0.595815	0.048003	12.41193	0.0000
Variance Equation				
C	3239.675	480.4427	6.743103	0.0000
ARCH(1)	0.367837	0.127631	2.882034	0.0040

R-squared	0.674513	Mean dependent var	5.462778
Adjusted R-squared	0.279062	S.D. dependent var	89.19705
S.E. of regression	75.73549	Akaike info criterion	11.42762
Sum squared resid	1101286.	Schwarz criterion	11.69949
Log likelihood	-1177.187	F-statistic	6.032069
Durbin-Watson stat	2.023001	Prob(F-statistic)	0.000000

Inverted AR Roots	.80+.56i	.80 -.56i	.63 -.39i	.63+.39i
	.20 -.94i	.20+.94i	-.22 -.97i	-.22+.97i
	-.80 -.57i	-.80+.57i	-.81+.20i	-.81 -.20i
Inverted MA Roots	.85 -.29i	.85+.29i	.79 -.60i	.79+.60i
	.20+.97i	.20 -.97i	-.20+.97i	-.20 -.97i
	-.79 -.60i	-.79+.60i	-.85 -.29i	-.85+.29i

الشكل رقم (7-2): معاملات التوزيع الطبيعي للبواقي للنموذج *ARMA(12,12)* مع أخطاء *ARCH*



الشكل رقم(7-3): دالة الإرتباط الذاتي للنموذج *ARMA(12,12)* مع أخطاء *ARCH*

Date: 05/16/08 Time: 17:58
Sample: 1989:11 2007:03
Included observations: 209
Q-statistic probabilities adjusted for 15 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.042	-0.042	0.3699	
		2	0.007	0.005	0.3789	
		3	-0.034	-0.033	0.6240	
		4	0.165	0.163	6.5038	
		5	-0.104	-0.094	8.8516	
		6	0.007	-0.001	8.8614	
		7	0.023	0.035	8.9769	
		8	0.031	0.000	9.1911	
		9	0.020	0.055	9.2812	
		10	0.034	0.028	9.5378	
		11	0.035	0.030	9.8167	
		12	0.043	0.050	10.232	
		13	0.068	0.066	11.287	
		14	0.051	0.056	11.876	
		15	0.111	0.118	14.655	
		16	0.057	0.063	15.392	0.000
		17	0.031	0.028	15.608	0.000
		18	-0.113	-0.115	18.580	0.000
		19	-0.001	-0.038	18.580	0.001
		20	0.014	0.009	18.627	0.002
		21	0.067	0.058	19.691	0.003
		22	-0.049	-0.021	20.259	0.005
		23	-0.038	-0.082	20.606	0.008
		24	0.055	0.025	21.326	0.011
		25	0.138	0.117	25.889	0.004
		26	-0.081	-0.074	27.473	0.004
		27	0.093	0.095	29.552	0.003
		28	-0.006	-0.042	29.560	0.005
		29	0.014	-0.042	29.610	0.009
		30	-0.085	-0.048	31.407	0.008

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

❖ الكتب:

1- أحمد إسلام، **الطاقة و مصادرها المختلفة** ، مركز الأهرام للترجمة و النشر ، القاهرة 1995.

2- أحمد طرطار – **الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة** – ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر، الطبعة 2001

3- أموري هادي كاضم الحسناوي ،**طرق القياس الاقتصادي**، دار وائل للنشر، عمان. 2002

4- جمال الدين فروخي، **نظرية الاقتصاد القياسي**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1992.

5- حسين طه ، **ترشيد إستهلاك الطاقة** ، دار النهضة العربية، بيروت، 1980.

6- طيب نايت سليمان و آخرون (2006) " **كتاب الجغرافيا**"، الطبعة الأولى، O.N.P.S، الجزائر.

7- كمال سلطان محمد سالم، **الإحصاء الاحتمالي**، الإبراهيمية، الدار الجامعية، 2004.

8- كمال فلفل، فتحي حمدان، **المبادئ الإحصائية للمهن التجارية**، طبعة 2، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 1989.

9- صالح تومي، **مدخل لنظرية القياس الاقتصادي**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزء الثاني، الجزائر 1999.

10- صالح تومي، **مدخل لنظرية القياس الاقتصادي**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزء الأول، الجزائر 1999.

11- مجدي الشوريجي، **الاقتصاد القياسي (النظرية والتطبيق)**، ديوان المصرية اللبنانية، الطبعة الأولى، سنة 1994.

12- مولود حشمان، **نماذج وتقنيات التنبؤ قصير المدى**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر ، 2002.

13– نصيب رجم، الإحصاء التطبيقي، دار العلوم للنشر والتوزيع، عنابة، 2007).

14- ناظم زوديش، **الصادرات الجزائرية من الهيدوكربونات ستزيد بنسبة 38% حتى العام 2000**، في مجلة ب غ ع، جوان 1996.

15- عبد القادر محمد عبد القادر عطية، **الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق**، الدار الجامعية، مصر، 2000.

16-عصام عذير الشريف، **مقدمة في الاقتصاد القياسي**، الطبعة الثانية، ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر، 1981.

17-شفيق العتوم، فتحي العاروري، **الأساليب الإحصائية**، ج1، ط1، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 1995.

❖ **رسائل و أطروحات**:

1- بشير بلغيث، **مسألة التكييف الدائم بين العرض والطلب على الكهرباء**، رسالة ماجستير، فرع التخطيط، جامعة الجزائر1995.

2- بشير بلغيث، **تحرير أسواق الكهرباء: التجربة الأوربية**، أطروحة دكتوراه دولة في العلوم الإقتصادية، جامعة الجزائر، 2007.

3- عبد الغني دادن، **الإتجاه الحديث للمنافسة وفقا لأسلوب تخفيض التكاليف**، رسالة ماجستير في التحليل الاقتصادي، جامعة الجزائر،2001.

4- عبلة مخرمش ، **تقدير نموذج لتنبؤ بالمبيعات بإستخدام السلاسل الزمنية**، مذكرة ماجستير، تخصص دراسات اقتصادية، جامعة ورقلة، الجزائر، 2006.

5- سعيد هتهات، **دراسة إقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر**، مذكرة ماجستير، تخصص دراسات إقتصادية، جامعة ورقلة، الجزائر 2005.

6- هشام لبزة، **محاولة إستعمال نمذجة غير الخطية ونموذج تصحيح الخطأ للإستهلاك الداخلي للغاز الطبيعي**، جامعة الجزائر، رسالة ماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، 2006.

7- السيدة دابوز زوجة تراحي حورية، **تطبيق نماذج *ARCH* على أسعار البورصة**، مذكرة ماجستيرفي العلوم الإقتصادية تخصص إقتصاد قياسي، جامعة الجزائر، 2001

❖ **مجلات – تقارير – دراسات :**

1- الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، **الربط الكهربائي بين الدول العربية**، مؤتمر الطاقة العربي الخامس القاهرة، ماي 1994.

2- محي الدين حمدي، **موازين الطاقة وتقدير الاستهلاك الفعلي للطاقة في الأقطار العربية– تجربة تونس**– مجلة النفط والتعاون العربيين المجلد 13، العدد4، 1987.

3- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك) " **مستقبل مصادر الطاقة عربيا وعالميا** " إدارة الشؤون الفنية، مؤتمر الطاقة العربي السابع ، القاهرة11- 14 أيار / مايو 2002.

4- مؤتمر الطاقة العربي السادس، دمشق13/10 ماي 1998.

5- مؤتمر الطاقة العربي السادس، دمشق13/10 ماي 1998.

6 - مجلة سنوية تصدر عن سونلغاز " **شركة الكهرباء الجزائرية تبحث عن أسواق في أوروبا**" سبتمبر 2005.

7- *CREG* : لجنة ضبط الكهرباء والغاز،**الاحتياجات المتوسطة للكهرباء والغاز في الجزائر 2006-2015**.

8- محمد العماري، **الاستثمارات المستقبلية في قطاع الكهرباء في الدول العربية: 1985 – 2000**، مؤتمر الطاقة العربي الثالث، الجزائر، ماي 1985.

9- سونلغاز، الخطة الوطنية للكهربة في مرحلتها النهائية، مجلة كوميلاك.

❖ القوانين – المواثيق – المراسيم:

1- القانون رقم 02-01 مؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 الموافق 5 فبراير سنة 2002، يتعلق بالكهرباء و توزيع الغاز بواسطة القنوات.

2- المرسوم 59- 69 الصادر في 28 جويلية 1969م المتعلق بإنشاء مؤسسة سونلغاز.

3- القانون رقم: 85-07 المؤرخ في: 06 أوت 1985م، المتعلق بإنتاج وتوزيع الطاقة الكهربائية، والتوزيع العمومي للغاز وتنظيم هذه المؤسسة.

4- المرسوم التنفيذي رقم: 91-475 المؤرخ في: 1991/12/14م، والذي يقضي بتحول الطبيعة قانونية للمؤسسة الوطنية للكهرباء والغاز إلى المؤسسة العمومية ذات الطابع الصناعي والتجاري.

5- المرسوم التنفيذي رقم: 95-280 المؤرخ في: 1995/12/17م، يؤكد على طبيعة سونلغاز كمؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري.

6- قانون رقم 09-99 المؤرخ في 28 جويلية 1999 المتعلق بالتحكم في الطاقة و الذي يـــشمل جميــع التـــدابير الإجراءات المتخذة من أجل إستعمال رشيد للطاقة.

7- قانون رقم 05-07 الخاص بالمحروقات المؤرخ في 28 أفريل 2005 الذي من شأنه توســيع إطـــار الـــشفافية والمنافسة وعدم التمييز بين المتعاملين العموميين.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

❖ *Les ouvrages* :

1- *Analyse prévisionnelle de la consomation du gaz en Algerie par la methide de Box-Jenkins mem-ing etet statistique 2003-2004 merouani morad et yamnaine brahime*
2- *Bernard Grais, Méthodes Statistiques ,Dunod, Paris, 1978.*
3- *Bourbonnais R. économétrie , 3 éme édition , Dunod , 2003 , Paris.*
4- *Bourbonnais Régis, « Econométrie », 4ème édition, Dunod, Paris, 2002.*
5- *Bourbonnais Régis, « Econométrie », 6ème édition , Dunod , Paris. 2005.*
6- *Bresson G – A.Pirotte, « Econométrie des séries temporelles ».Edition, Press Universitaires de France, Paris. 1995.*
7- *Bresson G, j-c Michaud, Econométrie des série temporelle Théorie et application ,P.U.F, paris, 1995.*

8- *Boiteux M.m, l'Energie électrique facteur de progrés économique et social, Revue Générale de l'Elétricité – numéro spécial – Mai 1971.*
9- *CCE (commission des Communautés Européenne), L'Energie et le développement. Quels enjeux? quelles méthodes?Synthèse et conclusions , Paris, Editions Techniques et Documentation(Lavoisier), 1984.*
10- *Borbonnais R. et M.Terraza, Analyse de séeies temporelles en économie ,Pari ; PUF , 1998.*
10- *CREA (centre de Recherche en Economie Appliquée), Politique enérgetique et production d'électricité en Algerie, Alger, 1982*
12- *Damodar .N, « Basic econometrics » Third Edition , Mc Gran-hill international Editions,1995.*
13- *David M. j-c Michoud, la prevision approche empirique d'une méthode statistique, paris,1989.*
14- *Jean Thomas Bernard «Un modèle intégré de la demande totale d'énergie », Sainte-Foy, Québec, Canada, 1998.*
15- *Jean-Jacque Droesbeke ,Bernard, Phillippe Tassi « Modélisation ARCH »,Edition de l'université de Bruxelles , Belgique,1994.*
16- *Judge.G.C,Griffts W.E,Hill RC, Lutkephonhol H and lee TC «The Theory and Pratice of Econometrics», John Willy and sons,1984.*
17- *Jonston J, Methode statistique ,Paris; Economica, tome 2.1988,*
18- *Gourieroux, Christion, « Modèle ARCH et Application financière», Economica, Paris. 1992.*
19- *Ganouri.H « Hydrocarbures ; Prévisions Financières », IN : L'économie N°1 ,Fév 1993.*
20- *Hamdani Hocine, statistique Descriptive et Expression Graphique ,Alger ; OPU , 1988.*
21- *Itriligator M, Bokin « Econometrics models, Techniques and applications »,Prentice Hall,2e éd,1996.*
22- *Jean-jacques Droesbeke ,Bernard Fichet, Philippe Tassi, Modelisation ARCH ; Théorique Statistique et application dans le domaine de la finance Belgique; Edition de l'université de Bruxelles,1994.*
23- *Persoz H., G.Santucci, Lemoine J.c, Sapet P, la planification de réseux électrique, Paris, Eyrolles, 1984.*
24- *Hamidi Khaled, Khenous Akli, Zatou Ali t«Modèles Autorégressifs Conditionnellement Hétéroscédastique», Revue d'économie et de statistique appliquée, INPS,N°0/Alger ,Déc,1998.*
25- *Melard Guy, « Méthode de prévision à court terme », Edition Ellipses , Bruxelles,1990.*
26- *Phillips- Perron , testing For à Unit roots in time series Regression, Biometrica, vol. 75,1986.*
27- *Pindyck, Robert .S and Rubenfled Danial « Econometrics models and Economic Forecasts» MC Gow Hillbook Compagny,1981.*

28- *Sandine Lardic, Valérie Mignon «Econométrie des série temporelles macroéconomique et financiers», Economica, Paris,2002.*
29- *Terreza M , Zatout A « Modélisation de l'étéroscedasticité conditionnelle », Journal de la Société Statistique de Paris N°143 .*
30- *Tenenhaus M.,Méthodes statistiques en gestion, Dunod, paris ,1994.*
31- *Turvey R, Anderson D, l'Economie de l'électricité , paris, Economica, 1977.*

❖ ***THESES ET MEMOIRE***:

1-*Bouchafaa Bahia , Essai d'estimation d'un modèle à équations simultanées : cas d'erreurs sur les variables , mémoire de magister en statistique appliquée, INPS 2002.*
2-*Chikhi.M , Modélisation non paramétriques des processus stochastiques , thèse de doctorale, Université de Montpellier, faculté de science économiques, France,2001.*

❖ ***RAPPORTS – REVUES – PERIODIQUES***:

1- *Revue trimestrielle du groupe Sonelgaz N° 5, Avril 2006.*
2- *Revue Générale de l'Elétricité – numéro spécial – Mai 1971.*
3- *Revue Générale de l'Elétricité – numéro spécial – Mai 1971*
4- *Sonelgaz, Annuaire statistique 1962-1986 (et 1949-1959) , Alger,1987.*
5- *Sonelgaz, Les Bulletins statistiques 1986-1994, Alger.*
6- *Sonelgaz,Enquête sur le consommation d'élétricité: Abonnes haute tension, Alger, 1986.*
7- *Sonelgaz, Annuaire statistique, 1962-1968 (et 1949-1959), Alger, 1987.*
8 - *Sonelgaz, les bulletins statistiques, 1986-1994, Alger.*
9- *Sonelgaz, analyse de la consommation basse tension 1984-1986 , Alger, 1988.*
10- *Sonelgaz, Sonelgaz 2000, Une image prospective; Alger, 1985.*
11- *Sonelgaz, Etude de devloppement du réseaux H.T, de la région est (1986-1995), Alger, 1986.*
12- *Sonelgaz, Schéma directeur à moyen terme, Electricité 1987-1996 ; Réseaux de transport, Alger, 1988.*
13- *Sonelgaz, production et transport de l'électricité , schéma directeur 2000-2015, Alger ,1983.*
14- *Sonelgaz, plan national d'électrification, Alger, 1977.*

المعاجم و القواميس:

منجد الجيب، قاموس: فرنسي- عربي، عربي – فرنسي، الطبعة السابعة، دار المشرق ش.م.م، بيروت، 1995.

البرامج:

Golden AL-WAFI Translator, ver 1.12.2002.
Tsp- EVIEWS, ver 4, 2006.
Tsp-EVIEWS, ver 5 , 2007.

مواقع إلكترونية[1] :

www.men-algeria.org
www.sonelgaz.dz
www.ons.dz
www.worldbank.org
www.sonatrach.dz
www.idsc.gov.eg
www.arab-api.org

[1] – تمت زيارة هذه المواقع في الفترة الممتدة بين: 2007/02 إلى 2008/04.